

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

ISSN 0002-5852

INHALTSVERZEICHNIS

AUFSATZE

- | | | |
|--------------------------------|---|-----|
| B. Möhring | Nachhaltige Forstwirtschaft – nachhaltig erfolgreich? | 165 |
| | (Sustainable forest management – sustainable economic success?) | |
| U. Kohnle
und K. v. Teuffel | Ist die Produktion von Fichten-Starkholz noch zeitgemäß
in Baden-Württemberg? Ertragsvergleich von vier Modellen
zur Produktion von starkem und mittel-starkem Holz | 171 |
| | (Norway spruce: production of large-sized timber still
economically sensible in southwestern Germany) | |
| T. Vanck
und H. Spiecker | Rekonstruktion der Kronenentwicklung von Mittelwald-
buchen | 182 |
| | (Reconstruction of crown expansion of beech crown in
coppice with standard forests) | |

175. JAHRGANG 2004 HEFT 9 SEPTEMBER

J. D. SAUERLANDER'S VERLAG · FRANKFURT AM MAIN

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

Unter Mitwirkung der
Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten
von Freiburg i. Br. und Göttingen

herausgegeben von

Dr. K.-R. Volz
o. Professor
der Forstwissenschaft an der
Universität Freiburg i. Br.

Dr. Dr. h.c. K. von Gadow
o. Professor
der Forstwissenschaft an der
Universität Göttingen

ISSN 0002-5852

Erscheinungsweise: Jährlich 12 Hefte, bei Bedarf Doppelhefte (zweimonatlich).

Bezugspreis: Jährlich € 132,- zuzüglich Zustellgebühr; Studenten und in Ausbildung befindliche Forstreferendare € 105,60 (empf. Richtpreis). Preis der Einzelhefte je nach Umfang verschieden.

Bezug: Durch den Buchhandel oder direkt vom Verlag. Das Abonnement gilt jeweils für einen Jahrgang. Es läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach Lieferung des Schlussheftes eines Jahrgangs eine Abbestellung erfolgt.

Manuskripte (es werden nur Erstarbeiten veröffentlicht) sind nach vorheriger Anfrage an die Herausgeber einzusenden. Für unverlangt eingegangene Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Rücksendung erfolgt nur, wenn Rückporto beiliegt.

Entsprechend dem international weit verbreiteten Review-Verfahren wird jeder Beitrag von zwei Fachgutachtern (vor allem Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten der Universitäten in Freiburg i. Br. und Göttingen) hinsichtlich Inhalt und Form geprüft.

Die Manuskripte sind möglichst auf Diskette und in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Sie sollten 3 bis 4 (maximal 6 Druckseiten) umfassen. Hierbei entspricht eine Druckseite ungefähr einem zweiseitigen Text mit 12-Punkt-Schrift in Times New Roman. Neben einem möglichst kurz gehaltenen Titel der Arbeit sind bis zu maximal 10 Schlagwörter und key words anzugeben. Manuskripte mit Tabellen und Abbildungen werden nur angenommen, wenn die Tabellen-Überschriften und die Abbildungsunterschriften in deutscher und englischer Sprache abgefasst sind. Der Beitrag soll neben einer deutschen Zusammenfassung eine Zusammenfassung in englischer Sprache (Summary mit Title of the paper) enthalten. Die Übersetzung ins Französische (Résumé) erfolgt i. Allg. durch den Verlag.

Um unnötige Korrespondenz zu vermeiden, werden die Autoren gebeten, bei Abfassung ihres Manuskriptes eine neuere Ausgabe der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung sowie die beim Verlag und bei den Herausgebern erhältlichen „Hinweise für die Autoren“ zu beachten.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem

Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernseh- sendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – bleiben vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Teilen von ihnen einzelne Vervielfältigungsstücke im Rahmen des § 54 UrhG hergestellt und dienen diese gewerblichen Zwecken, ist dafür eine Vergütung gem. den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wort, Abt. Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e. V., in die VG Wissenschaft zu entrichten. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der VG Wissenschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Wert von € 0,20 zu verwenden.

Anzeigenannahme: J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main.

Anzeigenpreis: Die 43 mm breite mm-Zeile € 0,44. Für Geschäfts- anzeigen gilt die Preisliste Nr. 8. Anfragen an Verlag erbeten.

Verlag: J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main, Fernruf (069) 55 52 17, Telefax (069) 5 96 43 44. eMail: J.D.Sauerlaenders.Verlag@t-online.de *Bank- konten:* Commerzbank, Frankfurt a. M. 5 408 075; Frankfurter Sparkasse (Girokonto 96 958); Postbankkonto: Frankfurt a. M. Nr. 896-607.

This journal is covered by ELFIS, EURECO, CAB Forestry Abstracts, Chemical Abstracts, by Current Contents Series Agriculture, Biology and Environmental Sciences (CC/AB) and by the Science Citation Index® (SCI®) of Institute for Scientific Information.

Die Anschriften der Herausgeber:

Prof. Dr. K.-R. VOLZ, Institut für Forst- und Umweltpolitik der Universität Freiburg, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg

Prof. Dr. Dr. h. c. KLAUS VON GADOW, Institut für Waldinventur und Waldwachstum der Universität Göttingen, Büsingenweg 5, D-37077 Göttingen

Die Anschriften der Mitarbeiter von Heft 9 des 175. Jahrgangs:

PD Dr. U. KOHNLE, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Abt. Waldwachstum, Postfach 708, D-79007 Freiburg

Prof. Dr. BERNHARD MÖHRING, Universität Göttingen, Institut für Forstökonomie, Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, Büsingenweg 5, D-37077 Göttingen

Prof. Dr. HEINRICH SPIECKER, Universität Freiburg, Institut für Waldwachstum, Tennenbacher Str. 4, D-79085 Freiburg

Prof. Dr. K. VON TEUFFEL, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Abt. Waldwachstum, Postfach 708, D-79007 Freiburg

Dipl.-Forstwirt T. VANCK, Universität Freiburg, Institut für Waldwachstum, Tennenbacher Str. 4, D-79085 Freiburg

Übersetzung der Résumés,

soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt werden:

J. MAHEUT, 25 Av. du Gal Leclerc, F-54600 Villers-les-Nancy



Aufsätze der Allgem. Forst- und Jagdzeitung seit 1949 in einem exklusiven Recherche-Modul auf dieser CD von EURECO: 26.279 Publikationen, 930.000 Keywords, zweisprachige Recherche Deutsch-Englisch, virtuelle Bibliothek, Ausdrücke und Datenport in Profiversion; ab 69,- DM. aid, Konstantinstraße 124, Stichwort 'ÖKOWALD', D-53179 Bonn
<http://www.fh-rottenburg.de/greenlink/oekowald/index.html>

Nachhaltige Forstwirtschaft – nachhaltig erfolgreich?

(Mit 8 Abbildungen)

Von B. MÖHRING¹

(Angenommen März 2004)

SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Ökonomische Nachhaltigkeit, Reinerträge, Privatwald Betriebsvergleich.

Economic sustainability, economic success, comparison of private forest enterprises.

1. NACHHALTIGKEIT – EIN BEGRIFF MIT HOCHKONJUNKTUR

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ hat Hochkonjunktur – Regierungen, Parteien, Unternehmen, Universitäten, Verwaltungen, Bürgerinitiativen, Einzelpersonen nutzen ihn offensichtlich gerne, denn er ist mit positiven Assoziationen verbunden wie zukunftsfähig, langfristig, stetig und umweltgerecht. Sein Ursprung liegt jedoch in der Forstwirtschaft. Im Prinzip ist die forstliche Nachhaltigkeit ein Kind der Not – der blanken Holznot. Bis zum Mittelalter galt die Umwandlung von Wald in Ackerland geradezu als Kulturtat. Mit wachsender Bevölkerung schwanden die Waldflächen, mithin konnte der steigende Holzbedarf immer schwieriger befriedigt werden – für Hausbrand oder Köhlergewerbe, für Salinen, Aschenbrenner, Glas- oder Eisenerzhütten oder sonst vielerlei Gewerbe. Waldverwüstung war vor 300 Jahren in Mitteleuropa weit verbreitet. Barocke Landschaftsdarstellungen zeigen typischerweise Offenlandschaften mit knorrigen, oft absterbenden Einzelbäumen, in deren Schatten Vieh lagert. In diesem Sinne beschreibt auch die sog. Fleischmann'sche Schrift von 1735 Flächen des Sollings² sehr bildhaft (zitiert nach KREMSER, 1990, S. 73) als „einer Wüste gleich, durch die der Wanderer schaudernd ebenso eilt, wie das hungrende Vieh, dem der verdorrte Boden keine Nahrung gibt...“.

In diese schwierige Zeit fiel die Geburtsstunde der forstlichen Nachhaltigkeit. Die älteste schriftliche Quelle des Nachhaltigkeitsbegriffes findet sich im Jahr 1713 bei v. CARLOWITZ. Bezeichnenderweise war es ein Berghauptmann, der diesen Begriff prägte, denn Rohholz war für die Hütten als Brennstoff und die Stollen als Grubenholz von essentieller Bedeutung für die Wirtschaft und Landesentwicklung. In der Folgezeit wurden wissenschaftliche Methoden zur Holzzucht (wie man damals zum Waldbau sagte), zur Vermessung der Wälder, zur Inventur der Holzvorräte und zur Abschätzung der Holzzuwächse entwickelt. Sie bildeten, und das gilt bis heute fort, die Basis für eine nachhaltige forstliche Planung der Nutzung der Wälder. Im Prinzip geht es stets darum, die Naturproduktivität und Eingriffe durch den Menschen derart aufeinander abzustimmen, dass die Ressource Wald mit allen ihren Potentialen

auf Dauer erhalten bleibt. In Mitteleuropa gilt die forstliche Nachhaltigkeit, zumindest verglichen mit der weltweiten Waldzerstörung, als vergleichsweise vorbildlich verwirklicht. Die Waldflächen und Holzvorräte steigen und der Anteil an Laub- und Mischwald nimmt zu. Die Bestände sind in den letzten Jahrzehnten struktureicher und naturnäher geworden und erbringen vielerlei gesellschaftliche Leistungen. Übersehen wird bei dieser positiven Bilanz jedoch meist, dass sich die Forstwirtschaft in einer existentiellen Ertragskrise befindet.

2. ERGEBNISSE EINES PRIVATWALD-BETRIEBSVERGLEICHES

Anhand von Daten eines Betriebsvergleiches, der schon seit 1969 vom Institut für Forstökonomie der Universität Göttingen wissenschaftlich begleitet wird (s. NRW, 2001), soll Einblick in die Situation und Entwicklungstendenz erwerbswirtschaftlicher privater Forstwirtschaft gegeben werden. Privatwald, das wird im öffentlichen Walddiskurs ebenfalls gern übersehen, ist die flächenmäßig bedeutendste Eigentumsart in Deutschland³.

Im Wirtschaftsjahr 2002 nahmen an dem Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe 40 Forstbetriebe des mittleren und größeren Privatwaldes teil. Die mittlere Betriebsgröße liegt bei 1.750 ha, so dass der Betriebsvergleich insgesamt Forstbetriebsflächen von 70.000 ha repräsentiert. Die teilnehmenden Betriebe werden entsprechend ihrem Baumartenschwerpunkt jeweils einem der drei Beratungsringe Fichte, Laubholz oder Kiefer zugeordnet. Für diese Beratungsringe wurden jeweils eine große Vielzahl betriebswirtschaftlicher Kennziffern berechnet, deren wichtigste im folgenden dargestellt und analysiert werden sollen. Für das Verständnis dieser Zahlen ist wichtig, dass die Forstbetriebe nicht jeweils reine Fichten-, Laubholz- und Kiefernbetriebe sind; vielmehr weisen praktisch alle Betriebe eine mehr oder minder breite Baumartenmischung auf. Für die Einordnung der Betriebe in die Beratungsringe war der jeweils größte Baumartenflächenanteil maßgeblich.

¹ Veränderte Fassung eines Vortrages anlässlich der Veranstaltung „Angewandte Ökologie und Systembiologie – der Wald, seine Umwelt, nachhaltige Nutzung und Produkte“ vom 25. November 2003 in Göttingen; Prof. Dr. BERNHARD MÖHRING ist Direktor des Institutes für Forstökonomie der Universität Göttingen und vertritt das Fach Forstliche Betriebswirtschaftslehre.

² Der Solling ist ein in Südniedersachsen, unweit von Göttingen gelegenes Waldgebiet, das durch Buchen-, Fichten- und Buchen-Fichten-Mischbestände gekennzeichnet ist. Im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ wurde dort das Verbundprojekt „Fallstudie Waldlandschaft Solling“ durchgeführt.

³ Der AGRARBERICHT 2004 (S. 43) gibt für den Privatwald 46%, den Körperschaftswald 34% und den Staatswald 20% der bundesdeutschen Waldfläche an.

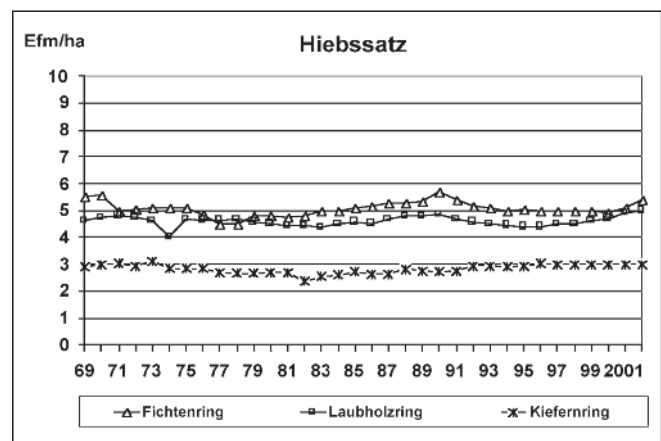


Abb. 1

Entwicklung der Hiebssätze in Erntefestmeter je Hektar (Efm/ha) im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe.

Development of felling budgets in commercial volume per hectare (Efm/ha) of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

Die *Abbildung 1* zeigt für die drei Beratungsringe und alle Betriebe insgesamt die Hiebssätze in Erntefestmeter ohne Rinde (Efm) je Hektar. Diese nachhaltige Planungsgröße⁴ verändert sich im Zeitablauf kaum. Die Kiefernbetriebe mit ihrem regionalem Schwerpunkt im Münsterland haben mit rund 3 Efm/ha vergleichsweise sehr geringe, die Laubholzbetriebe mit regionalem Schwerpunkt im Weserbergland haben mit rund 5 Efm/ha und die Fichtenbetriebe mit regionalem Schwerpunkt im Sauerland haben mit fast 5,5 Efm/ha deutlich höhere Hiebssätze je Hektar.

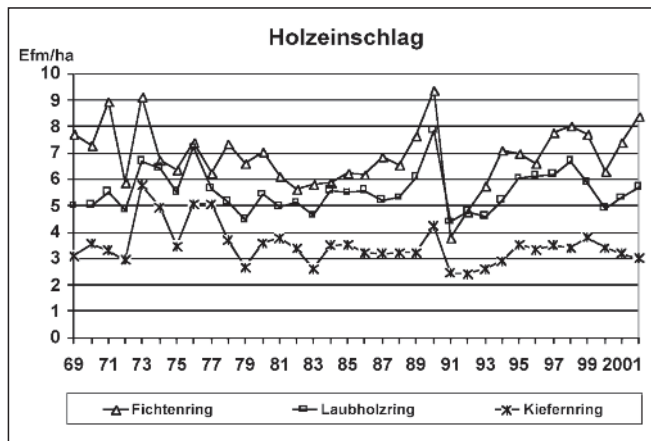


Abb. 2

Entwicklung der Holzeinschläge in Erntefestmeter je Hektar (Efm/ha) im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe.
Development of felling in commercial volume per hectare (Efm/ha) of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

Die Holzeinschläge, dargestellt in *Abbildung 2*, unterliegen sehr viel stärkeren jährlichen Schwankungen. Für diese Abweichungen sind vorrangig Kalamitäten, aber auch Konjunkturreffekte, betriebliche Liquiditätsbedürfnisse etc. verantwortlich. Die Tatsache, dass das Einschlagsniveau insbesondere der Fichten- und Laubholzbetriebe langfristig oberhalb der Hiebssätze gelegen hat, darf nicht als Verstoß gegen die naturale Nachhaltigkeit missdeutet werden. Sie ist vielmehr Ausdruck dafür, dass Kalamitäten zu unplanmäßigen Mehrnutzungen gezwungen haben und dass die im Kontext mit steuerlichen Erwägungen ermittelten Hiebssätze das nachhaltige Einschlagspotential im Sinne kaufmännischer Vorsicht unterschätzt haben.

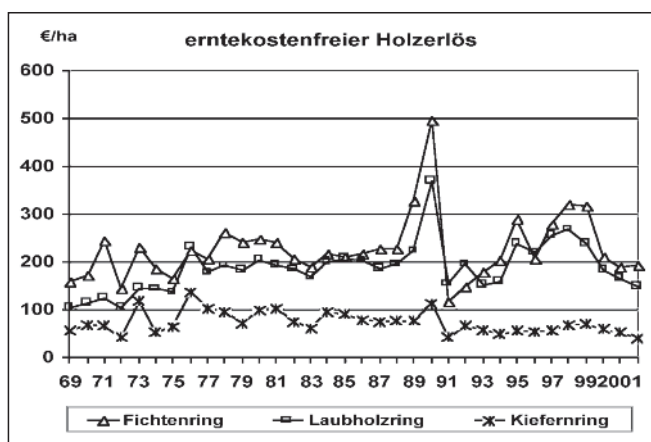


Abb. 3

Entwicklung der ernstekostenfreien Holzerlöse (nominale Werte) in Euro je Hektar im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe.
Development of stumpage values (nominal values) in EUR per hectare of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

Die *Abbildung 3* zeigt die ernstekostenfreien Holzerlöse je Hektar und Jahr, also die aus dem Holzeinschlag erzielten Erträge nach Abzug der Holzernte- und Rückekosten. Diese Kennziffer ist für betriebswirtschaftliche Analysen besser geeignet als der Bruttoholzerlös je Hektar, da sie von der Form der Arbeitsorganisation, also der Frage, ob das Holz in Eigenregie- oder durch Unternehmereinsatz bzw. durch Selbstwerbung eingeschlagen wurde, nicht beeinflusst wird. Die ernstekostenfreien Holzerlöse je Hektar der Fichtenbetriebe übertreffen in dem 34-jährigen Beobachtungszeitraum dreißig mal jene der Laubholzbetriebe, nur in vier Jahren ist dies umgekehrt der Fall. Dieses Ergebnis ist insofern bemerkenswert, weil die Fichtenbetriebe vorrangig auf Standorten wirtschaften, die aufgrund der Höhenlage und Nährstoffversorgung als standörtlich schwächer und auch risikobehafteter einzustufen sind, als jene der Laubholzbetriebe. Die Kiefernbetriebe, die vorrangig auf sehr schwachen Standorten wirtschaften, weisen mit aktuell 38 Euro/ha weniger als ein Drittel der ernstekostenfreien Holzerlöse der Fichten- und Laubholzbetriebe auf.

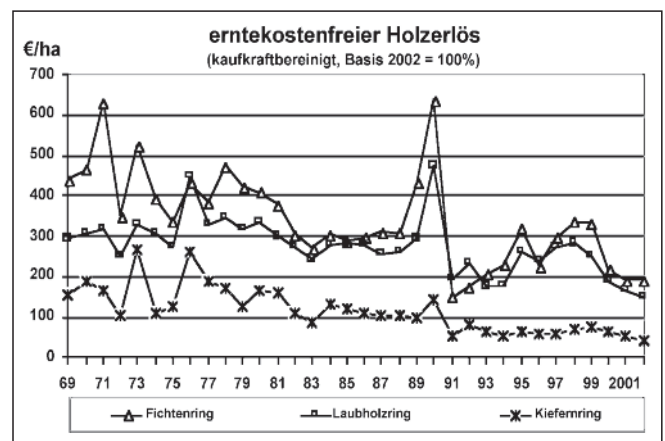


Abb. 4

Entwicklung der realen ernstekostenfreien Holzerlöse je Hektar im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe; zur Inflationsbereinigung wurde der Verbraucherpreis-Index des statistischen Bundesamtes, Basis 2002 = 100% verwandt.
Development of real stumpage values in EUR per hectare of private forest enterprises from Westphalia-Lippe; adjusted for inflation by the index of the Statistical Federal Department, based on 2002 = 100%.

Die zeitliche Entwicklung der ernstekostenfreien Holzerlöse zeigt die ganze ökonomische Problematik der erwerbswirtschaftlichen Forstwirtschaft. Im Jahr 2002 sank der ernstekostenfreie Holzerlös für die Fichten- und Laubholzbetriebe fast wieder auf den Betrag von 1969 ab. Bei den Kiefernbetrieben liegt dieser Wert gar noch deutlich unter dem Anfangswert von 1969. Berücksichtigt man für diesen langen Zeitraum den inflationsbedingten Schwund der Kaufkraft, z.B. auf der Basis des Verbraucherpreisindex (ehemals Lebenshaltungsindex) des Statistischen Bundesamtes⁵, so wird, das zeigt *Abbildung 4*, deutlich, dass die heutigen nominalen Werte der ernstekostenfreien Holzerlöse nur noch rund einem Drittel ihrer realen Ausgangswerte aus dem Jahr 1969 entsprechen. Dabei ist die Entwicklung für die Laubholzbetriebe noch relativ am besten und für die Kiefernbetriebe am relativ ungünstigsten verlaufen. Diese auf rund ein Drittel der Ausgangswerte von vor gut 30 Jahren reduzierten Deckungsbeiträge aus der Holzernte stellen eine entsprechend reduziertes finanzielles betriebliches Volumen dar, um die

⁴ Die Hiebssätze geben hier jeweils die im Rahmen der Forsteinrichtung ermittelten „steuerlichen Nutzungssätze“ wieder.

⁵ Die von BEHRNDT (1989) verwandten langen Datenreihen des Lebenshaltungskostenindex wurden unter Verwendung von Angaben des Statistischen Bundesamtes (2004) verlängert.

Kosten aus den Bereichen Bestandesbegründung und -pflege, Forstschutz, Wegebau, Verwaltung etc. und den Gewinn für den Waldbesitzer abzudecken.

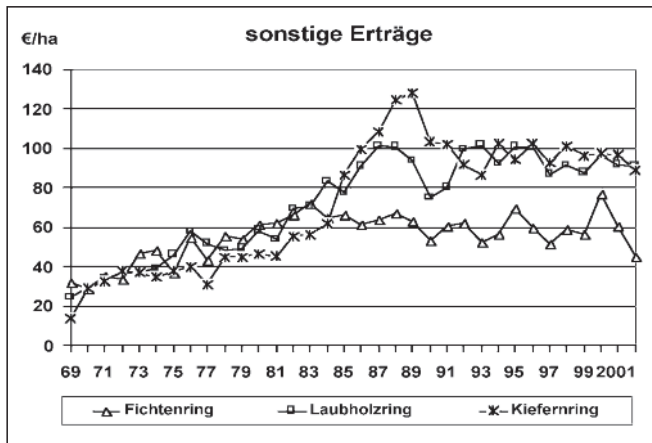


Abb. 5

Entwicklung der sonstigen Erträge (Nebennutzung, Mieten, Pachten, Jagd etc., nominale Werte) in Euro je Hektar im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe.

Development of other revenues (non-timber products, rents etc. in nominal values) in EUR per hectare of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

Die *Abbildung 5* zeigt die nominalen Werte der sonstigen Erträge der Forstbetriebe, z.B. aus Nebennutzung, Mieten, Pachten, Jagd. Diese Beträge konnten bis Ende der 80er Jahre zwar deutlich gesteigert werden, sie verharren seither aber auf dem erreichten Niveau. Bemerkenswert ist, dass in den Kiefernbetrieben die Umsätze aus sonstigen Erträgen bereits häufig den Umsatz aus Holz übertreffen. Not macht offensichtlich erfinderisch, wobei hier der Bereich des Münsterlandes mit der Nähe zum Ruhrgebiet sicher mehr Möglichkeiten eröffnet, als das eher schwach besiedelte Sauerland.

Trotz vielfältiger Anpassungen, Rationalisierungen und Extensivierungen z.B. durch Abbau der Zahl der Waldarbeiter, Änderung der Arbeitsverfahren, Einführung der hochmechanisierten Holzernete etc. ist der nominale betriebliche Aufwand je Hektar, siehe *Abbildung 6*, bis Ende der 80er Jahre stetig gestiegen und ist seit-

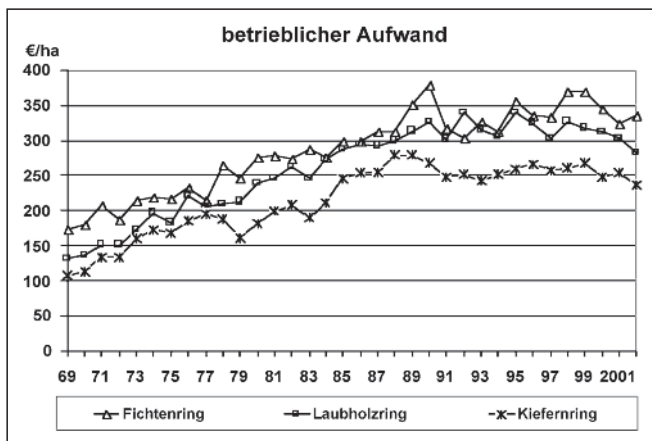


Abb. 6

Entwicklung des Aufwandes (nominale Werte) in Euro je Hektar im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe

Development of expenditures (nominal values) in EUR per hectare of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

dem annähernd konstant geblieben. Beachtenswert ist die Tatsache, dass die Kiefernbetriebe, trotz der deutlich geringeren Erträge, bei den Aufwendungen je Hektar recht dicht bei den Laubholz- und Fichtenbetrieben liegen.

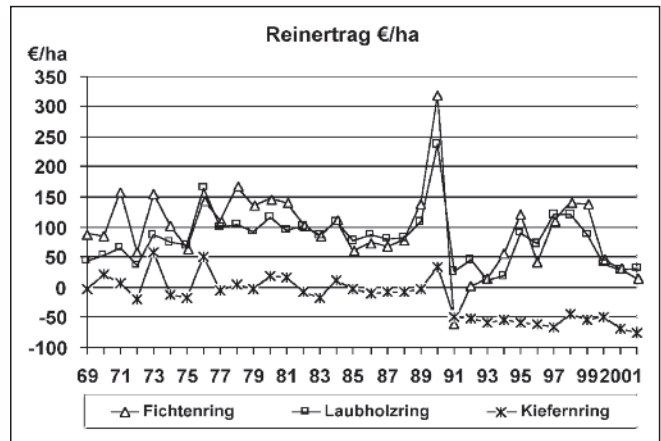


Abb. 7

Entwicklung der Reinerträge (nominale Werte) in Euro je Hektar im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe.

Development of surplus (nominal values) in EUR per hectare of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

Der Reinertrag als Saldo zwischen nominalem Ertrag und Aufwand, den *Abbildung 7* darstellt, zeigt für das Jahr 2002 für alle Betriebe äußerst ungünstige Werte. Die Fichtenbetriebe haben mit 17 Euro/ha, die Laubholzbetriebe mit 31 Euro/ha und die Kiefernbetriebe mit -76 Euro/ha abgeschlossen. Über alle Betriebe ergibt sich ein negativer Reinertrag von -17 Euro/ha. Nur in unmittelbarer Folge der Sturmereignisse von 1990 hat es schon einmal dergleichen ungünstige Ergebnisse gegeben. Insbesondere bei den Fichten- und Laubholzbetrieben haben die Reinerträge seit 1998 dramatisch abgenommen. Bei den Kiefernbetrieben fand eine weitere Verschlechterung des Reinertrages auf ohnehin deutlich negativem Niveau statt.

Werden, wie in *Abbildung 8*, die Reinerträge der Einzelbetriebe für den Zeitraum der letzten drei Jahre (2000–2002) über dem

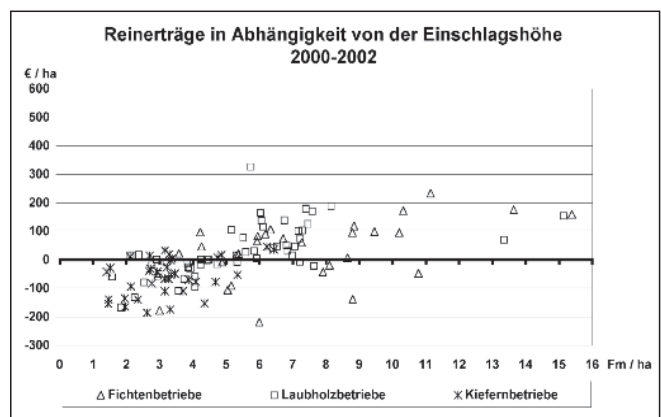


Abb. 8

Zusammenhang zwischen den einzelbetrieblichen Holzeinschlägen in Fm/ha und den Reinerträgen (nominale Werte) in Euro/ha für den Zeitraum 2000 bis 2002 im Privatwald-Betriebsvergleich Westfalen-Lippe.

Correlation between the fellings of single forest enterprises in Fm/ha and the surplus (nominal values) in EUR/ha from 2000 to 2002 of private forest enterprises from Westphalia-Lippe.

Holzeinschlag in Efm/ha aufgetragen, so wird erkennbar, dass positive Reinerträge im Mittel erst bei einem Holzeinschlagsvolumen von 5–6 Efm/ha erreicht wurden. Während dieses Zeitraumes waren bei den Fichtenbetrieben 33%, bei den Laubholzbetrieben 41% und bei den Kiefernbetrieben gar 75% der einzelbetrieblichen Reinerträge negativ. Aus dieser Darstellung wird auch ersichtlich, dass die Kiefernbetriebe vorrangig ein „naturales“ Problem haben. Das geringe Einschlagspotential läßt eine erwerbswirtschaftlich erfolgreiche Bewirtschaftung offensichtlich meist nicht mehr zu. Fördermittel können dieses Bild kaum verändern. Sie machen für diese Betriebsgruppe im Schnitt nur einen Betrag von gut 10 €/ha aus und waren in den letzten Jahren zudem deutlich rückläufig.

Dieses äußerst unbefriedigende betriebswirtschaftliche Bild wird auch durch den Agrarbericht der Bundesregierung (2004, S. 46) bestätigt. Hiernach haben sich die Betriebsergebnisse im Jahr 2002 gegenüber dem Vorjahr zwar leicht verbessert, gleichwohl konnten rund 43% der bundesweiten Privatwald-Testbetriebe über 200 ha kein positives Betriebsergebnis erzielen. Insgesamt muss man feststellen, dass die einfache Grundsatzforderung ökonomischer Nachhaltigkeit in privaten Forstbetrieben vielfach nicht mehr erfüllt wird. Der Ertrag aus der forstlichen Wirtschaft reicht offensichtlich oft nicht mehr aus, um den laufenden betrieblichen Aufwand abzudecken und dem Eigentümer einen Gewinn zu erbringen. Das im internationalen Raum verbreitete Bild, in Mitteleuropa sei die forstliche Nachhaltigkeit vorbildlich verwirklicht, blendet diesen Zusammenhang offensichtlich meist aus. Die nachhaltige Waldwirtschaft, die gesellschaftliche Leistungen wie sauberes Wasser, Walderholung, Landschaftspflege, Naturschutz etc. hervorbringt, hat offensichtlich ein ökonomisches Problem. Sie ist großflächig wirtschaftlich nicht mehr nachhaltig erfolgreich.

3. PERSPEKTIVEN ZUR VERBESSERUNG DES WIRTSCHAFTLICHEN ERFOLGES

Die Schilderung der erwerbswirtschaftlichen Situation der Forstwirtschaft darf nicht missverstanden werden. Sie soll keinen Fatalismus verbreiten, vielmehr soll deutlich werden, wie groß die Herausforderungen für die Forstbetriebe sind. In diesem Zusammenhang ist auch die forstliche Betriebswirtschaftslehre aufgefordert, Perspektiven aufzuzeigen. Dies soll hier beispielhaft für drei Bereiche geschehen.

3.1 Waldbau an Ertragsperspektiven anpassen

Die waldbauliche Praxis des letzten Jahrzehnts im öffentlichen Wald, z.T. auch im Privatwald, war stark geprägt von dem Thema Waldumbau, also der überwiegend aus ökologischen Gründen intendierten Ablösung von Nadelholzeinbeständen durch laubholzdominierte Bestände. Die Analyse der betriebswirtschaftlichen Folgen des Waldumbaus bestätigte für den Solling, dass in diesem Zusammenhang zwei Grundzusammenhänge nicht negiert werden dürfen (s. MÖHRING, 2003):

1. Auf vergleichbarem Standort zeigt die Buche in der Regel eine geringere naturale Produktivität als die Fichte. Dies wird beispielsweise leicht erkennbar, wenn man die Leistungsklassen⁶ als Indikator der Massenproduktivität auf gleichem Standort für beide Baumarten gegenüberstellt. Bei aller Streuung der Einzelwerte liegt im Solling die mittlere naturale Produktivität der Buche um rd. 4 m³ (Vfm m.R.) je Hektar und Jahr um rund 30% unter dem Wert der Fichte.

2. Auf einem Großteil des Durchmesserbereiches liegen die ernstekostenfreien Holzerlöse der Buche unter jenen der Fichte. Die

⁶ Die in Niedersachsen im Rahmen der Forsteinrichtung gebrauchte Angabe der Leistungsklasse gibt den durchschnittlichen Gesamtwuchs im Zeitpunkt seiner Kulmination (dgZ_{max}) in Vorratsfestmetern je ha an.

Auswertung von Deckungsbeitragsrechnungen aus ca. 4000 Fichten- bzw. Buchenhieben aus dem Solling der Jahre 1991 bis 2000 zeigte, dass sich erst bei einem BHD von über 40 cm die Verhältnisse umkehren.

Bereits diese beiden Grundzusammenhänge machen eines deutlich. Um es vorsichtig zu formulieren, der Waldumbau von der Fichte in Richtung Buche eröffnet weder kurz- noch mittelfristig positive Ertragsperspektiven für die Forstbetriebe, vielmehr sind nennenswerte Einnahmeausfälle zu erwarten. In Anbetracht der geschilderten wirtschaftlichen Probleme der mitteleuropäischen Forstwirtschaft wird man bei den zu verfolgenden Waldbehandlungskonzepten in Zukunft sicher stärker die finanzielle Mittelknappheit berücksichtigen (s. SCHÜTZ, 1999) und dem Aspekt der Ertragsbildung vermehrt Aufmerksamkeit schenken müssen. Dies erfordert auch eine veränderte Sicht auf den Nadelholzanbau, insbesondere z.B. auch unter Einbeziehung der Douglasie. Dafür gilt es, betrieblich extensive, stabile und ökologisch akzeptable Konzepte zu entwickeln.

3.2 Erträge aus Naturschutzleistungen erzielen

Im Prinzip stehen die Forstbetriebe vor einem Dilemma. An den Leistungen ihrer Wälder für Naturschutz, Wasserspende, Erholung etc. besteht großer Bedarf, nur Einnahmen erzielen sie aus diesem Bereich üblicherweise nicht. Hier kann die Durchführung von baurechtlichen Kompensationsmaßnahmen im Wald (s. LEEFKEN u. MÖHRING, 2002, S. 603 ff.) ggf. interessante Perspektiven eröffnen. Im Rahmen der gesellschaftlichen Entwicklung werden laufend Freiflächen für Wohn- und Gewerbeflächen, Verkehrswege etc. verbraucht. Dieser „Flächenverbrauch“ ist seit Jahren annähernd konstant und betrug im Jahr 2000 129 ha pro Tag (BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG, 2001, S. 8). Die damit einhergehenden Eingriffe in Natur und Landschaft sind nach Baurecht und Naturschutzrecht auszugleichen. Der bisher meist übliche Ausgleich auf den Eingriffsflächen und die Durchführung von Ersatzmaßnahmen in unmittelbarer Nähe des Eingriffes wird wegen fehlender Flächenverfügbarkeit, hoher Kosten, geringer ökologischer Effizienz aber auch der Verknappungseffekte auf dem landwirtschaftlichen Bodenmarkt zunehmend kritisch beurteilt. Die Novelle des Baugesetzbuches von 1998 eröffnet nun die Möglichkeit einer räumlichen und zeitlichen Entkopplung von Eingriff und Ausgleich. Nunmehr ist es auch möglich, Waldflächen außerhalb des unmittelbaren Eingriffsbereiches in Kompensationskonzepte einzubeziehen. Hier ist grundsätzlich die ganze Breite naturschutzfachlicher Aufwertungsmaßnahmen denkbar wie z.B. die Räumung von Fichten entlang von Fließgewässern und deren Ersatz durch naturnahe Vegetation, die Wiedervernässung von Waldstandorten oder der Waldumbau in Richtung potentiell natürliche Laubholzvegetation. Das naturschutzfachliche Aufwertungspotential von Waldflächen ist je Hektar i.d.R. zwar geringer als das landwirtschaftlicher Nutzflächen. Gleichwohl stehen durch Aufwertungsmaßnahmen Werte zur Disposition, die die forstlichen Bodenverkehrswege deutlich übertreffen können. Neben der absoluten Höhe der möglichen Beträge ist dieser Bereich aus wirtschaftlicher Sicht auch deshalb so interessant, weil hier ökologische Leistungen von Wäldern über den Markt der Ökopunkte bewertet werden und zu Einkommen bei den Waldbesitzern führen können.

3.3 Betriebsstrukturen anpassen

In den letzten Jahren waren die Forstbetriebe vielfach gefordert, technische Innovationen wie z.B. die Hochmechanisierung in die vorhandenen Betriebsstrukturen zu integrieren. Nun zeigt sich zunehmend die Notwendigkeit, die Strukturen der Forstbetriebe selber anzupassen. Die traditionelle Forstorganisation, bei der der Waldeigentümer mit Generalisten in regionaler Verantwortung auf oft kleinräumigen Eigentumsflächen simultan die biologische Pro-

duktion im Sinne des Waldbaus und die technische Produktion im Sinne der Holzernte steuert, erscheint in Anbetracht der Konzentrationen der Holzindustrie, spezialisierter hochproduktiver Holzernsysteme, der Innovationen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, Satellitentechnik etc. nicht mehr als der Weisheit letzter Schluss. „Die Tage des klassischen Forstbetriebes, der mit großer Fertigungstiefe quasi autark mit angestelltem Personal auf eigener Fläche wirtschaftet, sind gezählt.“, schrieb DUFFNER (2003, S. 350) in diesem Kontext.

Grundsätzlich bestehen hier sehr unterschiedliche Möglichkeiten der Anpassung der Betriebsstrukturen und -organisation. Mit Blick auf die Lösung der Nachteile geringer Betriebsgrößen wäre sicher vorteilhaft, wenn einige Forstbetriebe aufgeben und durch Flächenverkauf größere Betriebseinheiten entstehen würden. Die Möglichkeiten einer derartigen „horizontalen Integration“ sind durch die emotionale Bindung der Waldbesitzer an ihre Flächen, den großen Finanzbedarf für den Flächenerwerb aber auch die vergleichsweise geringen forstlichen Renditen sicher sehr begrenzt. Überbetriebliche Kooperationen, so wie sie in der Landwirtschaft bereits sehr verbreitet sind, können die Dinge unter Aufrechterhaltung der Eigentumsstruktur eher voranbringen.

Es stellt sich aber auch die Frage nach der forstlichen Fertigungstiefe, also der „vertikalen Integration“. Große Forstbetriebe könnten eine Chance darin sehen, die Funktion Logistik vom Wald ins Werk in den Forstbetrieb zu integrieren, um auf diese Weise die Basis der betrieblichen Tätigkeiten zu erweitern. Ein alternativer Weg könnte in dem Rückzug des Forstbetriebes auf den Kernbereich der „biologischen Produktion“ liegen. Mit geringen personellen Kapazitäten ausgestattete Forstbetriebe könnten dann ihr Holz auf dem Stock verkaufen, so wie es in den westeuropäischen Ländern Belgien und Frankreich traditionell die Regel ist. Dort steuert dann die Holzindustrie die Holzernte und die Logistik zum Werk. Als dritten Weg kann man das Entstehen von selbständigen Dienstleistungs- oder Serviceunternehmen zwischen Waldbesitz und Holzverarbeitender Industrie ansehen. Ihren Ausgangspunkt haben diese Unternehmen oft in der hochmechanisierten Holzernte. In mehr oder minder enger Kooperation mit dem Waldbesitz und/oder der Holzindustrie können sie auch die Logistik vom Wald zum Werk steuern. Es gibt bereits Tendenzen, dass derartige Dienstleister auch die forstliche Betriebsleitungsfunktion übernehmen. Für Waldeigentümer ohne eigenes forstliches Fachpersonal werden Service-Pakete angeboten, die von der betrieblichen Planung und Maßnahmenvorbereitung über die Durchführung bis hin zur Vermarktung und Betriebsabrechnung alle betrieblichen Funktionen umfassen. Insbesondere in den durch Reprivatisierung entstandenen Forstbetrieben der neuen Bundesländer spielen derartige Dienstleistungsstrukturen bereits heute eine wichtige Rolle. Durch diese Entwicklungen erfolgt letztendlich eine Trennung von Waldeigentum und Waldbewirtschaftung. Der Wald hat zwar keinen neuen Eigentümer gefunden, wird aber von einem neuen Typus von Forstbetrieb bewirtschaftet.

4. AUSBLICK

Trotz der gezeigten aktuellen wirtschaftlichen Probleme gibt es Grund zur Zuversicht, dass nachhaltige Forstwirtschaft auch in Mitteleuropa wirtschaftlich nachhaltig erfolgreich sein kann. Holz ist ein wichtiger nachwachsender und auch innovativer Rohstoff, für den in Deutschland in erheblichem Umfang neue Verarbeitungskapazitäten geschaffen wurden. Auch die vielfältigen sonstigen Leistungen der Wälder sind für unsere Gesellschaft buchstäblich lebenswichtig.

Zur Wiedergewinnung des wirtschaftlichen Erfolges der Forstbetriebe bedarf es neben des Willens und Handelns der Betriebe auch einer Neuorientierung der praktischen Forstpolitik. Es erscheint

nicht übertrieben, in diesem Zusammenhang von einem notwendigen Paradigmenwechsel zu sprechen. Statt das forstliche Handeln im Sinne der von WINCKEL u. VOLZ (2003) formulierten naturschutzfachlichen Kriterien der „Guten fachlichen Praxis in der Forstwirtschaft“ durch das Ordnungsrecht weiter einzuschränken, muss es, wie es THOROE u.a. (2003, S. 56) ausdrücken, aus wirtschaftlicher Perspektive vielmehr darum gehen, den ökonomischen Pfeiler der Waldbewirtschaftung wieder tragfähig zu machen.

Wettbewerb um die besten Konzepte, Spielräume für betriebliches Handeln, ökonomische richtig gesetzte Anreizsysteme für die Erbringung gesellschaftlicher Leistungen sind die marktwirtschaftlich adäquaten Konzepte, um die notwendigen Anpassungsprozesse der Forstwirtschaft zu initiieren (siehe auch HELMSTÄDTER, 1993 und WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BML, 1994). Unterstützt werden muss dies durch eine eigentumsachtende, die Besonderheiten nachhaltiger Waldwirtschaft berücksichtigende Forst-, Naturschutz- und Steuerpolitik. Auch die forstliche Forschung kann und sollte in diesem Sinne wichtige Impulse geben.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Anknüpfend an den allgemeinen Nachhaltigkeitsdiskurs wird der Frage nach dem nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg von Forstbetrieben nachgegangen. Dafür bilden Daten eines über 30 Jahren beobachteten Privatwald-Betriebsvergleiches aus Westfalen-Lippe die Basis. In den *Abbildungen 1 bis 7* werden die Hiebssätze, die Holzeinschläge, die erntekostenfreien Holzerlöse (in nominalen und realen Werten), die sonstigen Erträge, der betriebliche Aufwand und die Reinerträge je Hektar für Fichten-, Laubholz- und Kiefernbetriebe in der Zeitreihe dargestellt, *Abbildung 8* zeigt den Zusammenhang zwischen Holzeinschlag und Reinertrag für die letzten drei Wirtschaftsjahre. Insgesamt wird deutlich, dass sowohl in der langen Zeitreihe von über dreißig Jahren als auch verstärkt in den letzten drei Jahren der erwerbswirtschaftliche Erfolg der privaten Forstbetriebe dramatisch abgenommen hat. Im Schnitt ist der erntekostenfreie Holzerlös je Hektar, gemessen in realen, um den inflationären Kaufkraftverlust bereinigten Werten, auf rund ein Drittel des Betrages von vor dreißig Jahren gefallen. Nicht nur die besonders ertragsschwachen Kiefernbetriebe, sondern auch die Laubholz- und Fichtenbetriebe haben in den letzten drei Jahren vielfach negative Reinerträge erzielt.

Aufbauend auf diesem Befund werden Hinweise auf forstbetriebliche Anpassungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten gegeben. Sie betreffen die Bereiche Waldbau, Ertragszielung aus Naturschutzleistungen und Anpassung der Betriebsstrukturen. Abschließend wird auf die Notwendigkeit eines forstpolitischen Paradigmenwechsels hingewiesen. Statt durch ordnungsrechtliche Vorgaben die Forstwirtschaft weiter einzuschränken, sollten mit Blick auf das Leitbild des nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolges marktkonforme Konzepte entwickelt und umgesetzt werden, die Forstbetrieben Erfolgsperspektiven eröffnen.

6. Summary

Title of the paper: *Sustainable forest management – sustainable economic success?*

Following the general discussion about sustainability, the question of sustainable economic success of forest enterprises is investigated. Comparative data gathered over 30 years from private forest enterprises in Northrhine-Westfalia form the basis of this study. *Figures 1 to 7* show the felling budgets, commercial felling, stumpage values in nominal and real values, revenues, expenditures and surplus per hectare and year for different forest enterprises, which are dominated by spruce, hard-wood or pine stands and *figure 8* shows the correlation between felling and surplus.

In conclusion it becomes obvious that continuously over 30 years and especially in the last three years the economic success of private forest enterprises has dramatically declined. On an average the net timber revenue (after logging and skidding) per hectare, measured in real terms and adjusted for inflation, has fallen to approximately one third of the value 30 years ago. In addition to the low yielding pine forest enterprises, over the last three years hard wood and spruce enterprises also in many cases gained a negative profit. These results show the necessity for forest enterprises to adapt. This is discussed under the viewpoint of intensity of silviculture, earnings from natural conservation and organisational development. It is also concluded that a change in forest policy is necessary. Instead of implementing additional legal restrictions for forest management, concepts should be developed and implemented to stimulate sustainable economic success for forest enterprises.

7. Résumé

Titre de l'article: *Gestion durable – succès durable?*

Dans le cadre des échanges de vue généraux sur la gestion durable on s'est posé la question subsidiaire portant sur le succès économique durable des entreprises forestières. Pour y répondre on disposait comme base des données d'une étude sur la gestion comparée de forêts privées, observée pendant plus de 30 ans en Westphalie-Lippe. Les figures 1 à 7 indiquent: la possibilité, les coupes réalisées, les revenus du bois – frais de récolte déduits – (en valeurs nominales et réelles), les rentrées exceptionnelles, les frais de gestion et les revenus nets à l'hectare au cours de la période dans le cas de l'épicéa, des feuillus et du pin sylvestre. La figure 8 montre quelle est la corrélation entre les coupes de bois et le revenu net pendant les trois derniers exercices. Au total il est manifeste, aussi bien pour la longue période de plus de trente ans que pour les trois dernières années au cours desquelles la tendance s'est même aggravée, que le succès économique des entreprises forestières privées s'est dramatiquement effondré. En ce qui concerne les coupes, le revenu du bois à l'hectare – frais de récoltes déduits – exprimé en valeur réelle c. à d. corrigée pour tenir compte de la perte de valeur d'achat liée à l'inflation est tombé, en chiffre rond, au tiers de ce qu'il était il y a trente ans. Bien souvent trois dernières années, le revenu net est devenu négatif, non seulement s'agissant du pin sylvestre particulièrement touché, mais également pour l'épicéa et les feuillus.

Compte tenu de cette situation, on a donnée des indications sur la nécessité et les possibilités d'adaptation des entreprises forestières. Elles concernent la sylviculture, l'obtention de recettes liées aux mesures prises pour la protection de la nature et la modifica-

tion des structures des entreprises. Pour conclure, on a évoqué la nécessité d'un changement des paradigmes de la politique forestière. Au lieu de brider toujours plus l'économie forestière par des obligations d'ordre réglementaire, il conviendrait de changer de cap et de développer des concepts conformes aux lois du marché, tout en conservant comme objectif le succès d'une économie durable; ainsi s'ouvriraient pour les entreprises forestières des perspectives de réussite.

J. M.

8. Literatur

- BEHRNDT, M.: Einflüsse des Holzmarktes auf die Ertragslage der Forstwirtschaft der Bundesrepublik - eine Studie zur instrumentellen Bedeutung der Holzpreisstabilisierung. Dissertation, Göttingen, 1989
- BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMFORSCHUNG: Flächenverbrauch 2000 – Stagnation auf hohem Niveau. Informationen aus der Forschung des BBR 5/2001, 2001
- CARLOWITZ, H. C. v.: Sylvicultura oeconomica – Anweisung zur wilden Baumzucht. Leipzig, 1713
- DUFFNER, W.: Forstbetriebe der Zukunft; Forst und Holz **58**, S. 347–351, 2003
- HELMSTÄDTER, E., BECKER, G., SEELING, U. und LEINERT, S.: Für einer leistungsfähige Forstwirtschaft, AGDW Bonn, 1993
- KREMSER, W.: Niedersächsische Forstgeschichte – eine integrierte Kulturgeschichte des nordwestdeutschen Forstwesens. Rotenburg W.; Heimatbund Rotenburg W., 1990
- LEEFKEN, G. und MÖHRING, B.: Wald als Raum für Kompensationsmaßnahmen – Möglichkeiten und betriebliche Perspektiven; Forst und Holz **57**, S. 603–608, 2002
- MÖHRING, B.: Betriebswirtschaftliche Analysen zur Frage des Waldumbaus; Vortrag der BMBF-Veranstaltung „Ist unser Wald fit für die Zukunft?“ am 4.9.2003 in Berlin, 2003
- NRW: 30 Jahre Forstlicher Betriebsvergleich. Herausgeber Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW, Düsseldorf, 2001
- o.V.: Agrarbericht, Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung; Drucksache 15/2457, Dt. Bundestag, 15. Wahlperiode, 2004
- SCHÜTZ, J.-P.: Neue Waldbehandlungskonzepte in Zeiten der Mittelknappheit: Prinzipien einer biologisch rationellen und kostenbewußten Waldpflege; Schweiz. Z. Forstwesen **150**; S. 451–459, 1999
- STATISTISCHES BUNDESAMT: Verbraucherpreisindizes für Deutschland; <http://www.destatis.de>. 2004
- THOROE, C. u.a.: Untersuchungen zu den ökonomischen Implikationen einer Präzisierung der Vorschriften zur nachhaltigen, ordnungsgemäßen Forstwirtschaft bzw. von Vorschlägen zur Konkretisierung der Guten fachlichen Praxis in der Forstwirtschaft, Arbeitsbericht Institut für Ökonomie, BFH Hamburg, 2003
- WINKEL, G. und VOLZ, K.-R.: Naturschutz und Forstwirtschaft: Kriterienkatalog zur „Guten fachlichen Praxis“, Bonn: Bundesamt für Naturschutz – Angewandte Landschaftsökologie, Nr. 52, 2003
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BML: Forstpolitische Rahmenbedingungen und konzeptionelle Überlegungen zur Forstpolitik. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Schriftenreihe des BML, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 438; Landwirtschaftsverlag Münster, 1994

Ist die Produktion von Fichten-Starkholz noch zeitgemäß in Baden-Württemberg?

Ertragsvergleich von vier Modellen zur Produktion von starkem und mittelstarkem Holz

Aus der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

(Mit 8 Abbildungen und 2 Tabellen)

Von U. KOHNLE¹ und K. v. TEUFFEL²

(Angenommen März 2004)

SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Fichte; Produktionsmodell; Holzproduktion; Z-Baum Durchforstung; Starkholz; Mittelholz; Waldreinertrag; Kapitalwert; Sturmrisiko.

Norway spruce; silvicultural production model; timber production; target crop trees; large sized timber; medium sized timber; net revenue of normal management classes; net present value; storm risk.

1. EINLEITUNG

In den Wäldern in öffentlichem Besitz des Landes Baden-Württemberg gelten die Prinzipien und Ziele einer multifunktionalen Waldwirtschaft (MLR, 1993 a). Die landesweit gültigen „Waldentwicklungstypen“ (v. TEUFFEL, 1999) konkretisieren diese allgemeinen Vorgaben zu waldbaulichen Richtlinien. Der Waldentwicklungstyp „Fichten-Mischwald“ (MLR, 1999 b) enthält dabei die waldbaulichen Vorgaben für Fichten-Mischwälder auf stabilen Standorten und baut bei Fichte auf dem traditionellen Starkholz-Produktionsziel auf. Als Folge dieser Starkholz-Wirtschaft bestehen die Vorräte der öffentlichen Wälder zu erheblichen Teilen aus Starkholz (v. TEUFFEL et al., 2000).

Eine wesentliche Ursache für die Bevorzugung der Starkholzproduktion liegt in der Struktur der Rundholzpreise für Sägeholz, die in der Vergangenheit bei Fichte mit steigendem Durchmesser zunahm. Im Gegensatz dazu führen Neuerungen im Bereich der Nadelholz-Sägetechnik gegenwärtig zur preislichen Bevorzugung mittlerer Stärkeklassen: wichtige Abnehmer von Rundholz schätzen Sägeabschnitte mit Zopfdurchmessern ab 40 cm als verarbeitungstechnisch eher problematisch ein (FUNK, 2001) und drängen auf eine Abkehr vom Produktionsziel Starkholz.

Allerdings betrifft dieses sogenannte „Starkholzproblem“ im Prinzip nur Rundholz durchschnittlicher bis schlechterer Qualitäten für die Produktion von Massenware. Fehlerfreies Fichtenholz (ast- und fäulefrei) wird dagegen regelmäßig erst bei Erreichen ausreichender Dimensionen von den Abnehmern als Wertholz eingestuft und dann mit deutlich erhöhten Marktpreisen bewertet. Konsequenterweise trägt die Fichten-Wirtschaft im öffentlichen Wald Baden-Württembergs dieser nach Qualitäten differenzierten Bewertung Rechnung und konkretisiert das Produktionsziel für Fichten-Bestände auf Standorten ohne erhöhte Sturm- oder Fäulerisiken als *wertvolles* Fichten-Starkholz (MLR, 1999 b): angestrebt sind Bäume mit geästeten und gesunden Erdstammteilen, die ihre Hiebsreife bei Durchmessern von 60 cm und stärker erreichen.

Für die Waldbesitzer besteht die gesetzliche Verpflichtung zur Multifunktionalität mit der Aufgabe, die Holzproduktion mit den anderen Waldfunktionen (z. B. Bodenschutz, Habitatschutz, Landschaftsbild, Erholung) zu harmonisieren. Nach Auffassung der

Landesforstverwaltung fällt diese Harmonisierung in der Regel leichter im Rahmen längerfristiger Produktionszeiten, wie sie für Starkholz-Produktionsziele typisch sind (MLR, 1993 a). Da sich jedoch trotz der gesetzlichen Verpflichtung zur Multifunktionalität das Einkommen der öffentlichen und privaten Forstbetriebe überwiegend bis ausschließlich aus der Holzproduktion ergibt, spielen ertragswirtschaftliche Überlegungen eine zentrale Rolle bei der Wahl des Produktionsziels. Dies gilt in besonderem Maße für die Fichtenwirtschaft, da diese Baumart seit langem entscheidende Bedeutung für die Ertragslage der Forstbetriebe in Süddeutschland hat (z. B. ADOMAT, 1965; SIEBENBÜRGER, 1980 a, b; Brandl, 1988, 1989).

Vor diesem Hintergrund sollte geprüft werden, welche Auswirkungen die veränderten Preisrelationen der Stammholz-Stärkeklassen auf den Ertrag der Starkholzproduktion bei Fichte haben und ob sie einen Wechsel zu geringeren Zieldurchmessern nahelegen. Ziel der Arbeit war dabei nicht die exakte Ermittlung einer ertragswirtschaftlichen Optimallösung, sondern die vergleichende Abschätzung einer begrenzten Auswahl charakteristischer waldwachstumskundlicher Produktionsmodelle. Die Überlegungen bezogen sich dabei ausschließlich auf stabile Fichtenbestände ohne standortspezifisch erhöhte Risiken durch Sturm (z. B. GERMANN, 1975) oder Kernfäulen (z. B. SCHÖNHAR, 1995, 2003; GRABER, 1996; PIRI, 2003) und auf Produktionsmodelle auf der Grundlage von Auslese-durchforstungen mit früher Standraumerweiterung für die Hauptzuwachsträger. Diese Beschränkung erschien zweckmäßig, da nach dem aktuellen waldwachstumskundlichen Kenntnisstand von einer prinzipiellen Überlegenheit solcher Durchforstungsstrategien gegenüber Niederdurchforstungen mit geringer Standraumerweiterung für die Hauptzuwachsträger auszugehen ist (z. B. KROTH, 1983; KENK, 1999 b; HALLENBARTER und HASENAUER, 2003; SCHMIDT und SPELLMANN, 2003).

Für die Analyse wurden für südwestdeutsche Verhältnisse Wachstum und Sortenertrag von jeweils zwei Produktionsmodellen für starkes (angestrebter Zieldurchmesser 60 cm und stärker) bzw. mittelstarkes (angestrebter Zieldurchmesser 40 cm) Fichtenholz simuliert. Die vergleichende Bewertung des Erfolgs der Produktionsmodelle stützte sich auf Kalkulationen des Waldreinertrags normaler Betriebsklassen sowie des Kapitalwerts der Investition bei Bestandesbegründung. Ergänzt wurde die Analyse durch eine modellhafte Abschätzung der Auswirkungen sturmbedingter Produktionsrisiken auf den Erfolg. Erste Ergebnisse der Vergleichskalkulationen wurden bei Sektionstagen des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten vorgestellt und diskutiert (KOHNLE, 2003; v. TEUFFEL und KOHNLE, 2004).

2. METHODEN UND MATERIALIEN

2.1 Modellierung des Wachstums der Bestände

Das Wachstum der Fichten-Bestände wurde für eine Z-Baumorientierte Auslesedurchforstung modelliert, die in Südwestdeutschland optimale Ergebnisse bei der Steuerung des Bestandes-

¹ Abt. Waldwachstum, email: ulrich.kohnle@forst.bwl.de

² Direktor der FVA

wachstums erzielt (ABETZ, 1975; STRÜTT, 1991, KENK, 1998, 1999b). Verwendet wurde hierzu ein an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg von WEISE und KUBLIN entwickelter distanzunabhängiger Wachstumssimulator (WEISE und KUBLIN, 1997, 1998):

Durchmesserzuwachs. Für den Programmstart bei einer Oberhöhe von 10 m greift der Simulator auf eine durchschnittliche Beziehung zwischen Stammzahl und Grundfläche zurück. Zur Herleitung der Start-Durchmesserverteilung nutzt das Programm eine vom Durchmesser des Grundflächenmittelstammes abhängige Durchmesser- und Altersverteilung bestimmter Spreitung und Schiefe. Hierbei handelt es sich um JOHNSON-Kurven (ELDERTON und JOHNSON, 1969), deren Parameter anhand empirischer Verteilungen entsprechender Versuchsflächen angepasst wurden. Der Durchmesserzuwachs der Bäume basiert dann auf relativen Zuwachsraten, die vom Alter und vom aktuellen Durchmesser abhängen: für die Auslesee-durchforstung wurden aus Versuchsflächen relative Zuwachsraten berechnet und über dem Alter und dem relativen Durchmesser ausgeglichen. Auf diese Weise berücksichtigt das Modell Konkurrenz zwischen Bäumen unterschiedlicher Rangordnung. Der mit relativen Zuwachsraten einzelbaumweise fortgeschriebene Grundflächenzuwachs wird in einem nachgeschalteten Schritt mit bonitäts- und altersbezogenen Referenzzuwachsen auslesee-durchforsteter Versuchsflächen in Baden-Württemberg verglichen (WEISE und KUBLIN, 1997). Bei starken Abweichungen werden die fortgeschriebenen Durchmesser und die Grundfläche auf das Referenzniveau gebracht.

Höhenzuwachs. Die Simulation erfolgte für eine Oberhöhenbonität gemäß ASSMANN-FRANZ (ASSMANN, 1963) von 38 m; dies entspricht etwa einer Absolutbonität von $dGz_{100} 12 \text{ Vfm}^3/\text{ha}/\text{Jahr}$ (MLR, 1993) und repräsentiert damit etwa durchschnittliche Verhältnisse in Baden-Württemberg (v. TEUFFEL et al., 2000). Beim Höhenzuwachs schreibt der Simulator Ober- und Mittelhöhe auf der Grundlage der Oberhöhenbonität fort. Die Scheitelhöhen für die Einzelbäume werden über eine Bestandeshöhenkurve berechnet.

Durchforstung, Vorratspflege. Nach jeder Aktualisierung der Baumdaten prüft das Simulationsprogramm, ob die Bestandesgrundfläche eine bonitäts- und oberhöhenbezogene Zielgrundfläche überschreitet. Bei Überschreitung der Zielgrundfläche erfolgte ab einer Oberhöhe von 12 m eine Durchforstung. Hierzu wurde der Bestand anhand der 5% Perzentile der Durchmesser- und Altersverteilung in 20 Klassen geteilt und in jeder Perzentilstufe ein Teil der Bäume für den Aushieb markiert. Für den Zeitraum der Auslesee-durchforstung liegen hierzu aus Versuchsflächendaten berechnete, nach Oberhöhen abgestufte Aushiebsprozente zugrunde. Mit Abschluss der Auslesee-durchforstung bis zum Beginn der Endnutzung erfolgten als Vorratspflege entsprechende Entnahmen in Höhe der Hälfte des Grundflächenzuwachses.

Endnutzung. Die Endnutzung setzte ein, sobald das Volumen von Bäumen mit einem definierten Zieldurchmesser $40 \text{ Vfm}^3/\text{ha}$ überschritt. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte – beginnend mit den stärksten vorhandenen Bäumen – eine gleichmäßige Nutzung der Bestandes in fünfjährigen Abständen innerhalb des definierten Endnutzungszeitraumes.

Insgesamt wurde das Wachstum für jeweils zwei Modelle zur Produktion von Starkholz bzw. Mittelholz simuliert (Tabelle 1).

Starkholzmodelle (S):

– Basismodell (S1)

entspricht den Vorgaben für die Fichten-Anteile im Waldentwicklungstyp „Fichten-Mischwald“ (MLR, 1999b). Das Modell basiert auf vergleichsweise niedriger Baumzahlhaltung (Begründung mit $1.500 \text{ Fi}/\text{ha}$, Auswahl von 250 Z-Bäumen/ha mit obligater

Wertästung auf 5 m Höhe) und strebte einen Zieldurchmesser ($d_{1,3}$) erntereifer Bäume von 60 cm an. Die Dauer der Endnutzung betrug 20 Jahre.

– Modell mit verlängerter Endnutzung (S2)

dieses Modell sollte die Bestandesentwicklung simulieren, die sich ergibt, wenn unter sonst gleichen Voraussetzungen beim Basismodell die Dauer der Endnutzung auf 40 Jahren verlängert wird.

Mittelholzmodelle (M)

– Modell mit abgekürzter Produktionsdauer (M1)

angestrebt wurde mit diesem Modell die Produktion von Mittelholz unter der Annahme, dass die Entwicklung des Bestandes zunächst den Vorgaben des Basismodells folgt, die Endnutzung jedoch früher bei Erreichen eines Zieldurchmessers von 40 cm einsetzt (Dauer: 20 Jahre).

– Modell mit erhöhter Baumzahl (M2)

dieses Modell zur Produktion von Mittelholz ersetzte die bei niedriger Baumzahlhaltung in den Modellen L1, L2 und M1 obligate Wertästung durch eine höhere Baumzahlhaltung (Begründung mit $2.500 \text{ Fi}/\text{ha}$, Auswahl von 350 Z-Bäumen/ha). Angestrebte Durchmesser und Endnutzungsdauer entsprachen dem Modell M1.

2.2 Aufwendungen für Bestandesbegründung und -pflege

Die Herleitung der Aufwendungen für Bestandesbegründung und -pflege der Modelle mit niedriger Baumzahlhaltung (S1, S2, M1) orientieren sich an den Vorgaben für den Waldentwicklungstyp „Fichte-Mischwald“ (MLR, 1999b) unter Annahme von für durchschnittliche Verhältnisse gutächtlich geschätzten Aufwendungen. Die Annahmen für das Modell mit höherer Baumzahlhaltung (M2) wurden entsprechend modifiziert (Tabelle 1).

Der Aufwand für die Bestandesbegründung berechnete sich aus jeweils einem hälftigen Anteil von Pflanzung und Naturverjüngung. Für Naturverjüngung wurde dabei unterstellt, dass die Pflanzendichte zu Beginn der Produktion durch flächige Reduktion auf die Baumzahl der entsprechenden Pflanzung abgesenkt wird (KENK, 1999a). Die für diesen Eingriff angenommenen Aufwendungen (1.000 €/ha Pflegefläche) orientieren sich an praktischen Erfahrungen und liegen über den für bei früherer Läuterung von baumzahlreichen Fichten-Naturverjüngungen für Niedersachsen von PAMPE et al. (2003) mitgeteilten Werten ($400\text{--}800 \text{ €/ha}$).

Die Aufwendungen für Bestandesbegründung und -pflege wurden unabhängig von der Produktionsdauer der Modelle hergeleitet. Wahrscheinlich überschätzte diese Herleitung dabei tendenziell etwas die Aufwendungen bei den beiden Starkholzmodellen. Hier kann nämlich aufgrund der längeren Produktionszeiträume erwartet werden, dass sich aufgrund der längeren Verjüngungszeiträume höhere Anteile an Naturverjüngung einstellen (HANEWINKEL, 2002) und dass die Naturverjüngung unter Schirm bzw. in Lücken verstärkt differenziert (BARTSCH et al., 1985; DONG, 1996; KENK, 1999a; WEIHS et al., 1999; PAMPE et al., 2003). Damit könnten aufwendige Pflegemaßnahmen (z.B. schematische Baumzahlreduktion) im Vergleich zu den kurzumtriebigeren Mittelholzmodellen zumindest teilweise entfallen.

2.3 Aufwand und Sortenergebnis bei der Holzernte

Die Berechnung von Sortenertrag und Aufwendungen bei der Holzernte erfolgten durch das an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg entwickelte Programm „HOLZERNT“ (SCHÖPFER et al., 1997). Für die Berechnungen wurden durchschnittliche Ernteaufwendungen angenommen. Bei einem mittleren Durchmesser ($d_{1,3}$) des ausscheidenden Bestandes bis 40 cm wurde vollmechanisierte Aufarbeitung durch Unterneh-

§ Vfm_{DMR} : Vorratsfestmeter Derbholz mit Rinde; stehend gemessen. Ermittelt mithilfe von Höhe und $d_{1,3}$

Tab. 1

Verwendete Parameter für die Modellierung von Wachstum, Aufwendungen für Bestandesbegründung, -pflege, Holzernte und den Sortenertrag der vier Produktionsprogramme.

Parameters used for modelling growth, costs of regeneration („Verjüngung“), tending („Kultursicherung“), pre-commercial thinning („Jungbestandspflege“), pruning of selected future crop trees („Wertästung“), thinning („Durchforstung“ and „Vorratspflege“), final cutting („Endnutzung“), harvesting („Aufarbeitungstechnik“), and yield of sawlogs („Aushaltung“) in four different production programs.

	Starkholzmodelle <i>large-sized timber</i>		Mittelholzmodelle <i>medium-sized timber</i>	
	S1: Basismodell <i>basic model</i>	S2: verlängerte Endnutzung <i>prolongued final cutting</i>	M1: abgekürzte Produktion <i>abbreviated pro- duction</i>	M2: erhöhte Baum- zahl <i>increased tree number</i>
Bonität	h ₁₀₀ : 38 m (100 Jahre); dGz ₁₀₀ 12 Vfm/ha/Jahr			
Verjüngung (Alter 0):				
a) Pflanzung (50 %)	1.500 Fi/ha (3.100 €/ha)	1.500 Fi/ha (3.100 €/ha)	1.500 Fi/ha (3.100 €/ha)	2.500 Fi/ha (4.200 €/ha)
b) Naturverjüngung (50 %)				
Schlagpflege Reduktion	400 €/ha auf 1.500 Fi/ha (1.000 €/ha)	400 €/ha auf 1.500 Fi/ha (1.000 €/ha)	400 €/ha auf 1.500 Fi/ha (1.000 €/ha)	400 €/ha auf 2.500 Fi/ha (1.000 €/ha)
Kultursicherung (Alter 5)	400 €/ha	400 €/ha	400 €/ha	400 €/ha
Jungbestandspflege (Alter 10)	-	-	-	500 €/ha
Wertästung auf 5 m (Alter 36)	250 Fi/ha (1.300 €/ha)	250 Fi/ha (1.300 €/ha)	250 Fi/ha (1.300 €/ha)	-
Durchforstung:				
Beginn	12 m (Alter 36)	12 m (Alter 36)	12 m (Alter 36)	12 m (Alter 36)
Anzahl Z-Bäume	250 Fi/ha	250 Fi/ha	250 Fi/ha	350 Fi/ha
Turnus	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Mindestentnahme	50 Vfm/ha/Eingriff	50 Vfm/ha/Eingriff	50 Vfm/ha/Eingriff	50 Vfm/ha/Eingriff
Maximalentnahme	100 Vfm/ha/Eingriff	100 Vfm/ha/Eingriff	100 Vfm/ha/Eingriff	100 Vfm/ha/Eingriff
Vorratspflege:				
Entnahme	50 % des i _G	50 % des i _G	50 % des i _G	50 % des i _G
Turnus	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Mindestentnahme	50 Vfm/ha/Eingriff	50 Vfm/ha/Eingriff	50 Vfm/ha/Eingriff	50 Vfm/ha/Eingriff
Endnutzung:				
Beginn bei Mindestvorrat (d _{1,3})	40 Vfm/ha (60 cm)	40 Vfm/ha (60 cm)	40 Vfm/ha (40 cm)	40 Vfm/ha (40 cm)
Zeitraum der Endnutzung	20 Jahre	40 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Turnus der Entnahmen	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Aufarbeitungstechnik (Gassenabstand 40 m)	a) d _{1,3} ausscheidender Bestand <40 cm: vollmechanisiert (Harvester & Forwarder) b) d _{1,3} ausscheidender Bestand >40 cm: motormanuell & Seilschlepper			
Aushaltung	<u>Stammholz lang (L):</u> Länge 10 – 20 m (in ganzen Metern, Übermaß 10 %, Mindestzopf 12 cm), Güte B/C <u>Stammholz – Wertholzabschnitte (SL):</u> bei 50 % der geästeten Z-Bäume Länge 5 m (Übermaß 10 cm; Mittendurchmesser >45 cm), Güte A <u>Stammholz – Starkholzabschnitte (SL):</u> Länge 5 m (Übermaß 10 cm; obligat ab Mindestzopf 39 cm), Güte B/C <u>Sonstige Stammholz-Abschnitte (SL):</u> Länge 5 m (Übermaß 10 cm, Mindestzopf 12 cm) a) bei Stämmen mit Länge <10 m; Güte B/C b) bei Stämmen mit Länge >20 m aus der Krone; Güte C <u>Anteile der Güte C bei Stammholz mit Güte B/C:</u> Langholz L 1a-3a: 15 – 25 % (Anstieg proportional der Stärkeklasse) Abschnitte SL 1a – 5: 15 – 25 % (Anstieg proportional der Stärkeklasse) <u>Industrie-Schichtholz</u> (nur bei vollmechanisierter Aufarbeitung): Länge 2 m; Mindestzopf 7 cm			

mer unterstellt. Ab einem mittlerem $d_{1,3}$ des ausscheidenden Bestandes von >40 cm erfolgte motor-manuelle Aufarbeitung in Regie mit anschließendem Rücken durch Unternehmer. Der Wechsel der Aufarbeitungstechnik erfolgte, weil der für die mechanisierte Aufarbeitung verwendete Tarif für größere Durchmesser keine Geltung mehr hatte. Außerdem näherten sich die Aufwendungen für beide Verfahren bei einem mittleren $d_{1,3}$ von 40 cm an: die vollmechanisierte Aufarbeitung von Stammholz schnitt bei diesem Durchmesser nur noch um etwa 4 €/Efm^{§§} günstiger ab als die motor-manuelle Aufarbeitung.

Tabelle 1 enthält die detaillierten Vorgaben für die Sortenaushaltung. Die Aushaltung des Stammholzes erfolgte in erster Linie in langer Form (10–20 m). Allerdings wurden Stammteile, deren Zopfdurchmesser bei 5 m Länge 39 cm überschritt, vorher grundsätzlich als Starkholz-Abschnitte abgetrennt. Bei den beiden Starkholzmodellen (S1, S2) wurden bei einem Teil der geästeten Bäume (50% der Z-Bäume) die Starkholz-Abschnitte als Wertholz (Güte A) sortiert sofern der Mittendurchmesser des geästeten 5 m langen Erdstammabschnitts 45 cm überstieg.

2.4 Erträge aus Holzverkauf

Die Erträge aus Holzverkauf basieren auf der Umrechnung des Sortenergebnisses mit entsprechend der Handelsklassensortierung (MELUF, 1983) nach Stärke- und Güteklassen gegliederten Holzpreisen. Analysiert wurden hierfür Holzpreise für verschiedene Vermarktungsperioden:

• Preisverhältnisse vor Sturm 1999

Die Preisverhältnisse vor dem Sturm wurden aus der veröffentlichten Holzpreisstatistik berechnet: als Bezugswert dienten die durchschnittlichen Holzpreise für Langholz (Güte B) der Holzartengruppe Fichte/Tanne/Douglasie in der Fünfjahresperiode 1995–1999 (MLR, 1996, 1997, 1998, 1999 a, 2000). Die Preise für Güte C wurden durch Anwendung des seinerzeit üblichen Abschlages von 13% berechnet. Die Preise für Kurzholzabschnitte wurden durch einen Abschlag von 5 €/Efm aus den Langholzpreisen abgeleitet.

• Preisverhältnisse 2001/2002 und erwartetes Preisszenarium

Die Beurteilung basierte auf einer im Winterhalbjahr 2001/2002 durchgeführten orientierenden Befragungsaktion von 13 willkürlich ausgewählten Teilnehmern des Holzmarktes in Baden-Württemberg (Waldbesitzer, Forstpersonal, Holzkäufer). Gefragt wurde sowohl nach der aktuellen Preissituation als auch nach erwarteten Preisen für unterschiedlich lange Prognosehorizonte (0, 5, 20, 50, 80 Jahre). Erbeten wurde eine Differenzierung nach Stärkeklassen bei Langholz bzw. Abschnitten. Acht zurücklaufende Fragebögen enthielten quantifizierte Preisangaben, die die Berechnung durchschnittlicher Stärkeklassenpreise für die Güteklasse B ermöglichten. Die korrespondierenden Preise für die Güteklasse C ergaben sich durch pauschale Abschläge in Höhe von 15%.

Für Wertholzabschnitte aus geästeten Erdstämmen wurde für alle betrachteten Perioden einheitlich ein Preis von 100 €/Efm (Stärkeklasse SL4) bzw. 125 €/Efm (Stärkeklasse SL5) angenommen. Diese unterstellten Preise entsprechen gutächtlich etwa aktuellen Marktverhältnissen und liegen etwas über den noch deutlich vom Sturm 1999 beeinflussten Wertholzpreisen des Forstwirtschaftsjahres 2002: das gesamte Fi/Ta/Dgl-Wertholz (rd. 4.200 Efm; Güte F/TF/A) hatte seinerzeit im Durchschnitt aller Stärkeklassen einen Preis von rd. 92 €/Efm erzielt (MLR, 2003).

^{§§} Efm_{Der}: Erntefestmeter Derbholz ohne Rinde; liegend gemessen. Berechnet aus Länge und Mittendurchmesser (forstüblich gerundet).

2.5 Betriebswirtschaftliche Vergleiche

2.5.1 Waldreinertrag, Kapitalwert

Die Bewertung des betriebswirtschaftlichen Ergebnisses der vier Produktionsmodelle erfolgte anhand des Waldreinertrags normaler Betriebsklassen bzw. des Kapitalwerts der Investition bei Bestandesbegründung. Berücksichtigt wurden bei den betriebswirtschaftlichen Berechnungen Aufwendungen für die Bestandesbegründung und -pflege sowie die erntekostenfreien Erlöse aus der Holznutzung. Aufwendungen beispielsweise für Bodenerwerb, Waldschutz, Erschließung oder Verwaltung wurden nicht berücksichtigt. Die Berechnung des jährlichen Waldreinertrags einer normalen Betriebsklasse (SPEIDEL, 1984) erfolgte durch Division der Summe aller Aufwendungen und Erträge durch die mittlere Produktionsdauer des Modells.

Zusätzlich zum Waldreinertrag erfolgten Kalkulationen des Kapitalwerts („net present value“) einer Investition bei Bestandesbegründung als Vorwert aller auf den Beginn des Produktionszeitraums diskontierten Aufwendungen und Erträge eines Bestandes (OESTEN und ROEDER, 2001). Die Berechnungen erfolgte schrittweise für kalkulatorische Zinssätze bis 8% (<1%: Intervalle à 0,25%; 1–4%: Intervalle à 0,50%; >4%: Intervalle à 1,00%). Im Rahmen dieser schrittweisen Berechnungen des Kapitalwerts mit steigenden kalkulatorischen Zinssätzen wurde näherungsweise auch der interne Zinsfuß bestimmt.

2.5.2 Risiken durch Sturm

In einem Risikoszenarium wurde versucht, die Auswirkungen möglicher Sturmschäden auf den Ertrag der Produktionsmodelle abzuschätzen. Die Modellierung des Sturmrisikos erfolgte dabei durch Abschätzung erwarteter Vorratsverluste in Abhängigkeit von der Bestandeshöhe. Grundlage der Abschätzung bildeten die durch den Sturm 1999 („Lothar“) verursachten Vorratsverluste in Fichtenbeständen eines baden-württembergischen Forstbezirks (KOHLE und GAUCKLER, 2003). Der Forstbezirk lag an der östlichen Peripherie des Hauptschadensgebietes. Die Ermittlung der Vorratsverluste erfolgte durch Wiederholung einer im Sommerhalbjahr unmittelbar vor dem Sturmereignis durchgeführten Stichprobeninventur im darauffolgenden Frühjahr. Für die Risikoabschätzung wurde die für einen Höhenrahmen von 20–40 m ermittelte Regressionsgleichung des Vorratsverlustes in Abhängigkeit von der Höhe der dominanten Bäume der Stichprobenpunkte verwendet (KOHLE et al., 2003): $y = 0,1926 \cdot x^2 + 8,313 \cdot x - 93,083$ (y: Volumenverlust in % des Vorrats; x: Höhe der dominanten Bäume in m).

Für die Modellabschätzung erfolgte bei den vier Produktionsmodellen beginnend im Alter 50 Jahre (Oberhöhe 23 m) mit Hilfe dieser Regressionsgleichung für die in der Mitte eines Jahrzehnts erreichte Oberhöhe die Berechnung des erwarteten Vorratsverlustes im Jahrzehnt.

Allerdings führen Vorratsverluste nicht zwangsläufig in voller Höhe zum Verlust zukünftiger Nutzungsmöglichkeiten. Vielmehr können die Auswirkungen häufig zumindest teilweise durch eine Verminderung der planmäßigen Nutzungen kompensiert werden. Daher wurden die aus der Oberhöhe geschätzten Vorratsverluste durch Sturm („zufällige Nutzung“) den planmäßigen Nutzungen im jeweiligen Jahrzehnt gegenübergestellt. Betrachtet wurden drei Varianten der Kompensation:

- keine Kompensation durch Reduktion der planmäßigen Nutzung,
- Kompensation durch Reduktion der planmäßigen Nutzung um bis zu 50%,
- Kompensation durch Reduktion der planmäßigen Nutzung um bis zu 100%.

Diejenigen Mengen an zufälliger Nutzung, die die jeweiligen Kompensationsmöglichkeiten im Jahrzehnt überstiegen, wurden proportional zum Vorratsverlust in eine Reduktion der Produktionsfläche umgerechnet und verringerten damit die Nutzungsmög-

lichkeiten in den folgenden Jahrzehnten. Für die Ertragsberechnungen wurden sämtliche zufälligen Nutzungen mit erhöhten Erntekosten (+30%) und reduzierten Holzpreisen (-20%) bewertet. In Abhängigkeit davon, ob eine Kompensation der zufälligen Nutzung durch Reduktion der planmäßigen Nutzungsmenge erfolgte, wurde zudem das zugrundegelegte Sortenergebnis der zufälligen Nutzungen differenziert hergeleitet:

- zufällige Nutzungen, die durch Reduktion des planmäßigen Einschlags kompensiert werden konnten: Sortenstruktur entsprechend des ausscheidenden Bestandes bei planmäßiger Nutzung;
- zufällige Nutzungen, die nicht durch Reduktion des planmäßigen Einschlags kompensiert werden konnten: Sortenstruktur entsprechend eines flächigen Bestandesverlustes.

3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 Wachstum und Sortenergebnis

Die Simulation des Bestandeswachstums ergab für die vier Produktionsmodelle die in *Abbildung 1* dargestellte Entwicklung von Baumzahl und Durchmesser des ausscheidenden Bestandes. Bezüglich des durchschnittlichen Zuwachses unterschieden sich die Modelle nur geringfügig. Entsprechend den Behandlungsvorgaben bestanden allerdings deutliche Unterschiede zwischen den Produktionszeiten bzw. erreichten Höhen und Durchmessern (*Tabelle 2*).

Beim Sortenertrag fielen bei beiden Mittelholzmodellen (M1, M2) die vergleichsweise hohen Anteile an nicht verwertetem Derbholz bzw. Industrieschichtholz auf (*Abbildung 2*). Dies galt insbesondere für das Modell mit erhöhter Baumzahl (M2). Hier fiel im Vergleich auch schwächeres Stammholz an als beim baumzahlärmeren Mittelholzmodell M2. Dieses Ergebnis deckt sich mit Befunden aus Versuchsflächen zur Auslesedurchforstung beispielsweise bei Fichte (WEISE, 1995; KENK und WEISE, 1998; SPELLMANN und SCHMIDT, 2003) oder Douglasie (WEISE et al., 2001), bei denen höhere Baumzahlhaltungen in der Regel zu erhöhten Anteilen defizitärer bzw. geringwertiger Schwachholzsortimente führten.

Starke Sägeholzabschnitte (Zopfdurchmesser >39 cm) fielen programmgemäß ausschließlich bei den beiden Starkholzmodellen an. Ihr Anteil umfasste beim Basismodell (S1) 34% des Stammholzes bzw. beim Modell mit verlängerter Endnutzung (S2) 46%. Dabei entfielen beim Basismodell (S1) 9% auf Wertholzabschnitte der Güte A bzw. 11% beim Modell mit verlängerter Endnutzung (S2). Insgesamt betrug damit der Anteil verwertungstechnisch eher ungünstig zu beurteilender starker Massensortimente (Güte B/C)

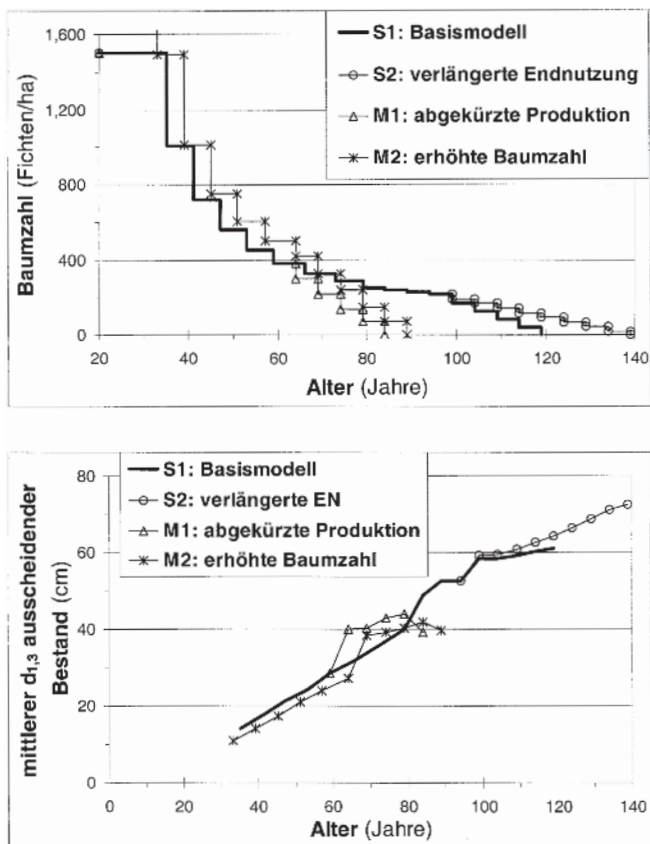


Abb. 1

Entwicklung von Baumzahl (oben) und mittlerem Durchmesser ($d_{1,3}$) des ausscheidenden Bestandes (unten) bei den vier Produktionsprogrammen.

Number of remaining trees (above) and average diameter ($d_{1,3}$) of trees removed (below) as simulated for the four different production programs.

Tab. 2

Waldwachstumskundliche Kennwerte der Simulationsergebnisse für die vier Produktionsmodelle.
Growth characteristics of stands obtained for the four production models.

	<u>Starkholzmodelle</u>		<u>Mittelholzmodelle</u>	
	S1 Basismodell	S2 verlängerte End- nutzung	M1 abgekürzte Pro- duktion	M2 erhöhte Baum- zahl
dGz_U	12,7 Vfm/ha/Jahr	13,2 Vfm/ha/Jahr	12,3 Vfm/ha/Jahr	13,1 Vfm/ha/Jahr
mittlere Produktionsdauer	109 Jahre	119 Jahre	74 Jahre	79 Jahre
Endhöhe	37 m	40 m	30 m	32 m
mittlerer $d_{1,3}$ Endnutzung	59 cm	65 cm	41 cm	40 cm

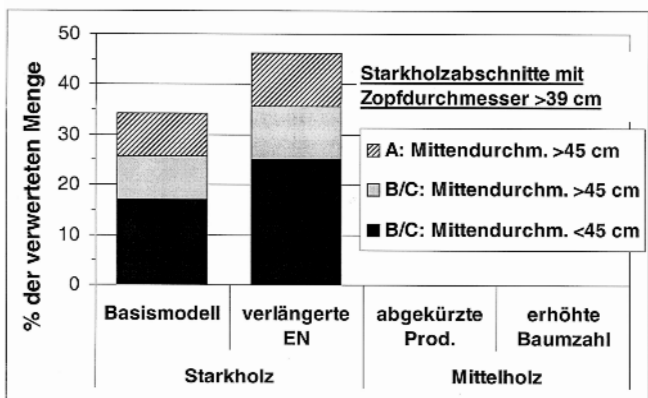
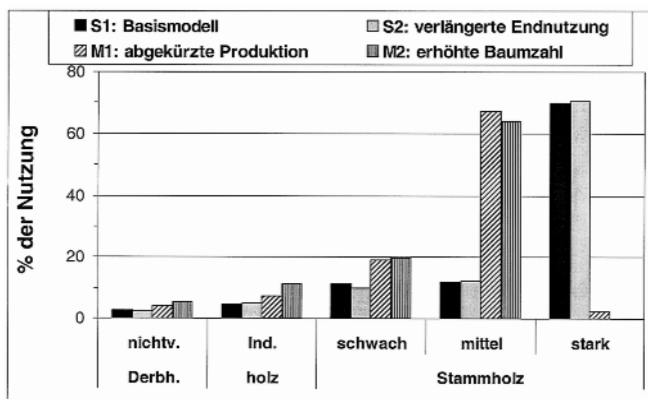


Abb. 2

Oben: Sortenertrag der vier Produktionsmodelle

(schwaches Stammholz: L1a/b, SL 1a-2a;

mittelstarkes Stammholz: L 2a-3a; starkes Stammholz: L3b/4, SL 4/5).

Unten: Verteilung der Starkholzabschnitte (Länge 5 m)

mit Zopfdurchmesser > 39 cm auf Stärke- und Güteklassen.

Above: diameter classes of sawlogs yielded by the four production

models – small sized (L1a/b: longwood mid-diameter 11–20 cm;

SL 1a-2a: shortwood mid-diameter 11–25 cm), medium sized

(L 2a-3a: longwood mid-diameter 21–35 cm),

large sized (L 3b/4: long-wood mid-diameter 36–50 cm;

SL4/5: shortwood mid-diameter 41–60 cm).

Below: size and quality classes of large-sized sawlogs

(5 m long, diameter at top > 39 cm).

bei den beiden Starkholzmodellen 25% (S1) bzw. 35% (S2) der Stammholzmenge.

3.2 Holzpreise

Die Befragten waren sich einig, dass vertretbar sichere Preisprognosen nur für einen Horizont von bis zu 5 Jahren möglich sind. Bei längerfristigen Aussagen (20 Jahre und länger) stieg nach Angaben der Befragten die Unsicherheit so stark an, dass ihnen rein spekulativer Charakter zugemessen wurde. Für die betriebswirtschaftlichen Bewertungen wurden daher lediglich die Preise 2001/2002 und das in näherer Zukunft (5 Jahre) erwartete Preisszenarium herangezogen. Die langfristigen Spekulationen gingen dagegen nicht in die Bewertung ein.

Preisniveau. Die Entwicklung des Preisniveaus wurde anhand von Leitsortimenten der Güte B beurteilt. Als Leitsortiment diente beim Langholz die Stärkeklasse L3a und bei den Abschnitten die Klasse SL2b. Im zeitlichen Vergleich zeigte sich deutlich der Einfluß des Sturmes von 1999: beim Langholz-Leitsortiment ging der Preis von 79 €/Efm (1995-1999) zurück auf 63 €/Efm nach dem Sturm (2001/2002). Mittelfristig (in 5 Jahren) erwarteten die

Marktpartner einen geringfügigen Wiederanstieg des Preises für das Langholz-Leitsortiment L3a auf 72 €/Efm. Auch beim Kurzholz-Leitsortiment 2b wurde mittelfristig ein vergleichbarer Anstieg von 58 €/Efm (2001/2002) auf 64 €/Efm (in 5 Jahren) erwartet.

Stärkeklassendifferenzierung. Während die Fünfjahresperiode vor dem Sturm (1995–1999) im Durchschnitt noch einen kontinuierlichen Anstieg der Festmeterpreise aufwies, zeigte sich nach dem Sturm eine deutlich veränderte Bewertung der verschiedenen Stärkeklassen: mit zunehmender Stärke folgte dem anfänglichen Preisanstieg ein Plateau im Bereich der Leitsortimente. Anschließend sank der Festmeterpreis bei stärkerem Holz (Abbildung 3). Das mittelfristig erwartete Preisszenarium zeigte eine Verstärkung dieses Trends. Der in diesem Szenarium erwartete Preisrückgang bei den stärkeren Sortimenten war dabei stärker ausgeprägt als die für eine aktuelle Bewertung von SCHMIDT und SPELMANN (2003) für niedersächsische Verhältnisse verwendete Preisrelation der Stärkeklassen.

3.3 Betriebswirtschaftliche Vergleiche

Für betriebswirtschaftliche Vergleiche erschien die Bewertung mit dem mittelfristig erwarteten Preisszenarium besonders geeignet: dieses Szenarium bildet ein von den Auswirkungen der Sturmschäden von 1999 erholtes Preisniveau ab und zeigt eine ausgeprägte Verschiebung in der Preisrelation vor allem der durchmesserstärkeren Stärkeklassen. Die bei der Bewertung mit diesen Preisen errechneten Geldströme sind für die vier Produktionsmodelle in Abbildung 4 dargestellt.

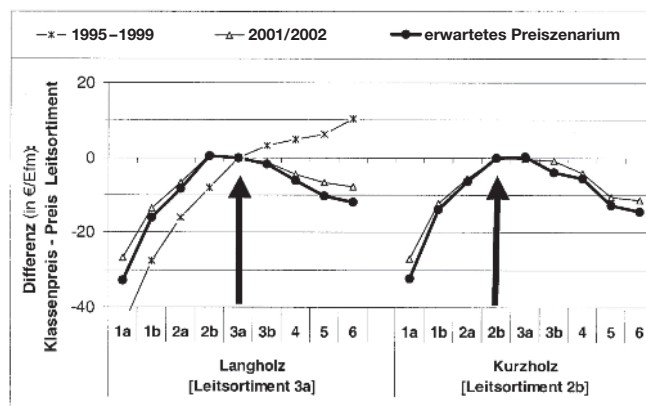


Abb. 3

Preise der Stärkeklassen von Fichten-Stammholz (Güte B-EWG) in Relation zum Preis des Leitsortiments (Langholz: L 3a; Kurzholz: SL 2b) in drei unterschiedlichen Vermarktungsperioden. 1995-1999: Holzerlösstatistiken für Langholz Fichte/Tanne/Douglasie; Berechnung der Kurzholzpreise durch Pauschalabschlag von 10 €/Efm; 2001/2002: Mittelwert der bei der Befragungsaktion mitgeteilten aktuellen Holzpreise; erwartetes Preisszenarium: Mittelwert der von den Befragten in 5 Jahren erwarteten Holzpreise.

Price of diameter classes of spruce logs (quality: B-EWG) in relation to a reference diameter class (longwood: L 3a, mid-diameter 31–35 cm; shortwood: SL 2b, mid-diameter 26–30 cm) in three different marketing periods.

1995-1999: prices prior to storm 1999 as reported for longwood in price statistics for the spruce/fir/douglas fir group; shortwood prices were calculated by deducting 10 €/Efm.

2001/2002: prices as reported in the questionnaire;

erwartetes Preisszenarium: price scenario expected in 5 years as reported in the questionnaire.

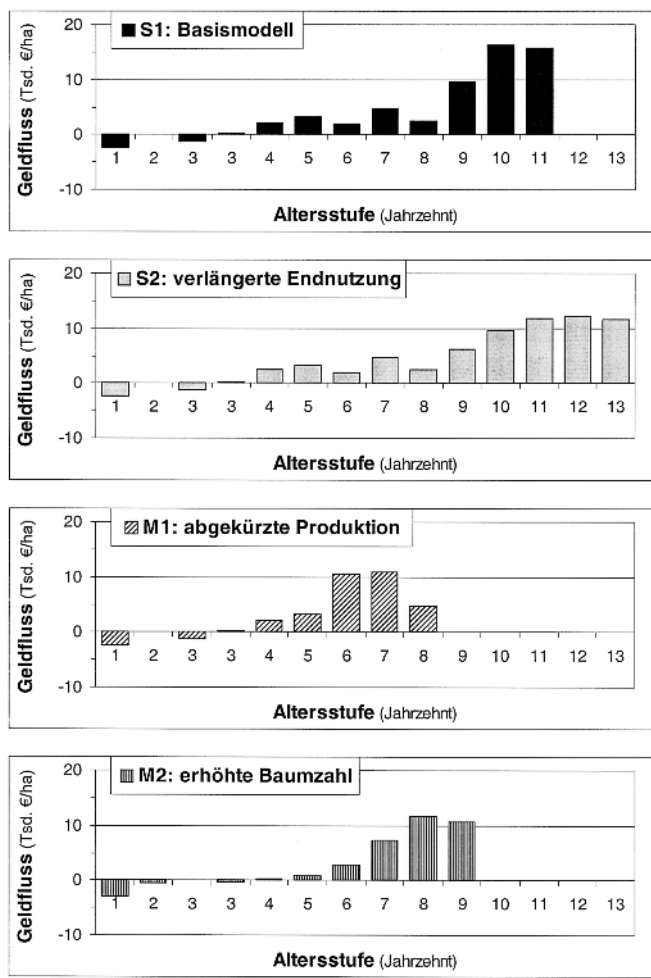


Abb. 4

Geldflüsse bei den vier Produktionsmodellen aufsummiert für Dekaden (Altersstufen); Berechnungsgrundlage: erwartetes Preisszenarium.

Cashflow („Geldfluss“) of the four production models during different decades („Altersstufe“).

Waldreinerträge normaler Betriebsklassen

Die Berechnung des Waldreinertrages ging von den Verhältnissen einer normal aufgebauten Fichten-Betriebsklasse aus. Das Konstrukt einer normalen Betriebsklasse bildet den Idealtyp eines Betriebes strengster Nachhaltigkeit (OESTEN und ROEDER, 2001) und versucht die Problematik der unterschiedlichen Zeitpunkte von Geldflüssen im Lauf eines Bestandeslebens dadurch zu egalisieren, dass eine Betriebsklasse mit identischen Flächenanteilen aller Altersstufen angenommen wird. Aus der Summe aller Bestände ergeben sich dadurch innerhalb der Betriebsklasse jährlich konstante Aufwendungen und Erträge. Aufgrund der wenig aufwendigen Berechnung und der Ausklammerung der Verzinsungsproblematik wird der Waldreinertrag häufig für vereinfachte Bewertungen des Ertrags von Baumarten (z.B. RIPKEN und SPELLMANN, 1980; KROTH, 1983; BRANDL, 1988, 1989; WEISE et al., 2001) oder Produktionsmodellen (z.B. KROTH, 1983; JÖBSTL, 1997; WEISE und KUBLIN, 1997; KENK, 1998; SCHMIDT und SPELLMANN, 2003) herangezogen. Der Waldreinertrag enthält keine Zinskosten. Er dürfte daher vor allem für solche Waldbesitzer interessant sein, die bei der ökonomischen Beurteilung auf die Kapitalfunktion des Waldes verzichten und vor allem die Erhaltung des Kapitals über längere Zeiträume anstreben (DEEGEN, 1997). Dies dürfte in Baden-Württemberg zumindest teilweise für die öffentlichen Waldbesitzer zutreffen.

Bei den vier untersuchten Produktionsmodellen ergab sich beim Vergleich der Waldreinerträge erwartungsgemäß eine deutliche Überlegenheit der beiden Starkholz-Modelle, wenn die Berechnung auf der Basis der Holzpreise vor dem Sturm 1999 beruhte (Abbildung 5). Ursache hierfür war neben den mit zunehmender Stärke steigenden Holzpreisen (Abbildung 3) die Verteilung der fixen Aufwendungen für Bestandesbegründung und -pflege auf die im Vergleich zu den beiden Mittelholzmodellen deutlich längeren Produktionszeiten (HUBER, 1966a, b). Die Überlegenheit der beiden Starkholzmodelle im Waldreinertrag ging zwar bei dem zum Zeitpunkt der Umfrage aktuellen sowie dem erwarteten Preisszenarium infolge der Preisreduktionen beim starken Stammholz (Abbildung 3) etwas zurück, blieb jedoch auch weiterhin deutlich erhalten: beim erwarteten Preisszenarium übertraf das Starkholz-Basismodells (S1) den jährlichen Waldreinertrag des günstigsten Mittelholzmodells (M1) immer noch um 102 €/ha; und die Überlegenheit des Starkholzmodells mit verlängerter Endnutzung (S2) betrug 148 €/ha gegenüber dem Mittelholzmodell.

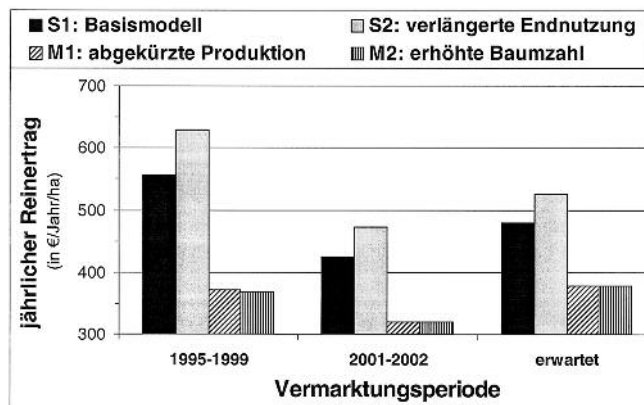


Abb. 5

Durchschnittliche jährliche Waldreinerträge normaler Betriebsklassen der vier Produktionsmodelle berechnet für Vermarktungsverhältnisse vor dem Sturm 1999 (1995–1999), unmittelbar nach dem Sturm (2001/2002) und erwartetes Preisszenarium (erwartet).

Annual net revenue of normal management classes („jährlicher Reinertrag“) of the four production models calculated with sawlog prices from different marketing periods („Vermarktungsperiode“): prices prior to the storm 1999 („1995–1999“), current prices („2001–2002“), and expected price scenario („erwartet“).

Die Modellstudie von JÖBSTL (1997) kommt für österreichische Verhältnisse zu einem vergleichbaren Ergebnis. Auch unter geänderten Marktverhältnis ergab sich auf der Grundlage des Waldreinertrages kein Hinweis auf einen erforderlichen Wechsel des Produktionsziels hin zu geringen Zieldurchmessern. Allerdings erscheint in dieser Modellstudie die Untersuchung der Umtriebszeit als wesentliche Steuerungsgröße für das Produktionsziel aus waldwachstumskundlicher Sicht nicht optimal: bei gegebenen standörtlichen Verhältnissen bilden Dimensionsziel und Durchforstungsstrategie die primären natürlichen Steuerungsgrößen für die Bestandesentwicklung. Die Umtriebszeit ergibt sich hieraus als rechnerische Resultante; sie bildet jedoch eigentlich keine primäre Steuerungsgröße.

Kapitalwert bei ungestörter Produktion

Die Eignung des Waldreinertrags einer normalen Betriebsklasse als betriebliches Entscheidungskriterium unterliegt erheblichen Einschränkungen. Die Einschränkungen ergeben sich zum einen aus der Art der Modellbildung. Unterstellt wird im Normalwaldmodell ein vollständig etablierter, stark idealisierter Nachhaltigkeitsbetrieb, von dem die einzelbetriebliche Realität meist deutlich

abweicht. Zum anderen wird durch Ausschluss der Zinskosten die Bedeutung der Kapitalfunktion für das Einkommen vernachlässigt. Dies ist insbesondere für betriebliche Entscheidungen solcher Waldbesitzer problematisch, die Wert auf ein möglichst hohes Einkommen aus dem Kapital legen und daher regelmäßig kalkulatorische Zinskosten in die Abwägung betrieblicher Handlungsalternativen einbeziehen (DEEGEN, 1997).

Verbesserte betriebliche Entscheidungsgrundlagen kann in diesem Zusammenhang die Betrachtung der Produktionsprogramme aus der Sicht der Investitionsrechnung liefern (SPEIDEL, 1984; SCHMIDTHÜSEN et al., 2003). Bei der Bestandesbegründung lässt sich die Entscheidung für ein Produktionsmodell im Prinzip als Investition auffassen und beschreiben: die Beurteilung des Erfolgs der Investition ergibt sich aus den Auswirkungen der früh anfallenden Aufwendungen für Bestandesbegründung und -pflege in Beziehung zu den später erwarteten Erträgen aus der Holznutzung. Durch Diskontierung der Beträge auf den Zeitpunkt der Bestandesbegründung lassen sich dabei die für die Produktionsprogramme charakteristischen Zeitpunkte und Größenordnungen der Geldflüsse im Kapitalwert gut vergleichend beurteilen (z. B. RALSTON et al., 2004).

Bei einem Variantenvergleich zwischen verschiedenen Produktionsmodellen erscheint weniger die absolute Höhe der Kapitalwerte von Bedeutung sondern vielmehr die Unterschiede zwischen den Varianten bzw. deren Rangfolge (CLUTTER et al., 1983; PRICE, 1989). Die Vergleichskalkulation ließ sich zudem dadurch vereinfachen, dass forstbetriebsspezifische fixe Aufwendungen bei allen Produktionsprogrammen in gleicher Höhe anfallen und daher beim Variantenvergleich außer acht gelassen werden konnten (KROTH, 1983). Damit erübrigten sich für die Zwecke dieser Untersuchung beispielsweise Überlegungen zu Aufwendungen für die Bereiche Boden oder Verwaltung.

Für den angestrebten Variantenvergleich der vier untersuchten Produktionsmodelle wurde der Kapitalwert des Starkholz-Basismodells (S1) als Referenzwert gewählt. Die Kapitalwerte sind für dieses Produktionsmodell in *Abbildung 6* dargestellt: erwartungsgemäß ging der maximale Kapitalwert von über 50.000 €/ha mit steigendem Zinssatz rasch zurück. Der interne Zinsfuß lag bei ungestörter Produktion bei rd. 3,5%. Bei weiter steigenden Zinssätzen fielen die Auswirkungen der später eingehenden Erträge aus der Holznutzung gegenüber den früh anfallenden Aufwendungen

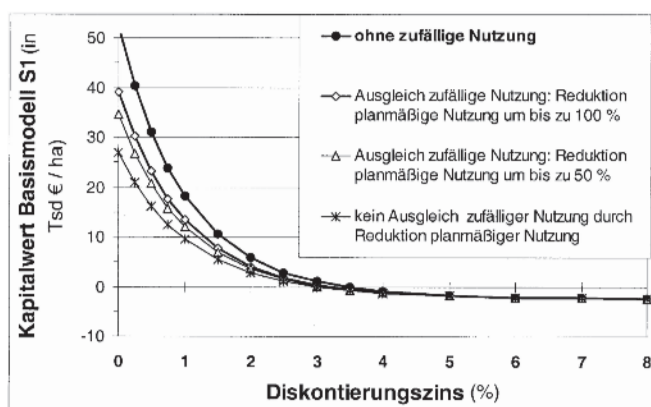


Abb. 6

Kapitalwerte kalkuliert für das Starkholz-Basismodell (S1) bei ungestörtem Produktionsablauf sowie unter der Einwirkung von zufälligen Nutzungen durch Sturmschäden.

Net present values („Kapitalwert“) by the basic model (S1) calculated for production without the influence storm damage („ohne zufällige Nutzungen“) or under the influence of salvage („zufällige Nutzung“) caused by storm damage.

für Bestandesbegründung und -pflege immer weniger ins Gewicht, und die dann negativen Beträge des Kapitalwerts stabilisierten sich bei rd. -2.300 €/ha.

Deutliche Unterschiede zwischen den Produktionsmodellen zeigten sich bei den für vergleichsweise niedrigen Zinssätzen von unter 2% kalkulierten Kapitalwerten: bei ungestörter Produktion schnitt in diesem Bereich das Modell mit dem stärksten Stammholz (S2: verlängerte Endnutzung) am besten ab. Und beide Starkholzmodelle waren den Mittelholzmodellen deutlich überlegen (*Abbildung 7*). Bei weiter steigenden Zinssätzen trat dann der Effekt der späten positiven Erträge aus der Holznutzung immer stärker gegen den Effekt der früh anfallenden Aufwendungen für Bestandesbegründung und -pflege in den Hintergrund und führte so zu einer deutlichen Annäherung der Kapitalwerte aller vier Produktionsmodelle. Bei Zinssätzen über 3% unterschieden sich die Kapitalwerte der beiden Starkholzmodell im Prinzip nicht mehr, und auch die Unterschiede zu den beiden Mittelholzmodellen waren nur noch gering ausgeprägt (*Abbildung 7*).

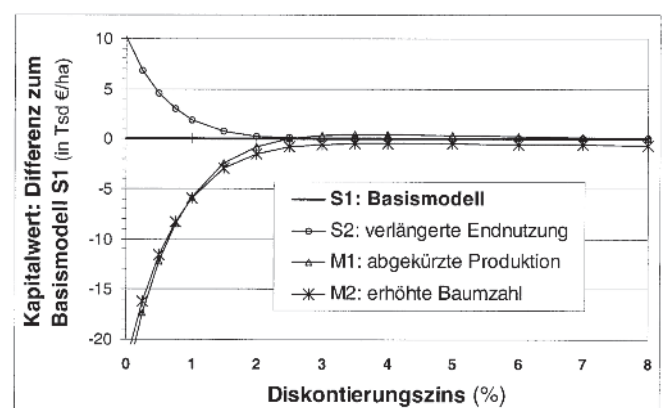


Abb. 7

Kapitalwerte der vier Produktionsmodelle bei ungestörtem Produktionsablauf dargestellt als Differenz der Modelle zum Wert des Starkholz-Basismodells (S1) als Referenz.

Net present values yielded by the four production models calculated with different interest rates („Diskontierungszins“) for production without the influence of storm damage. The figure shows the difference of the respective model's net present value („Kapitalwert: Differenz zum Basismodell S1“) compared to the net present value of the basic model (S1) as a reference.

Im Rahmen der bei höheren Zinssätzen nur noch relativ geringen Unterschiede lieferte das baumzahlärmere Mittelholzmodell (M1: abgekürzte Produktion) ab 2,5% geringfügig günstigere Kapitalwerte als die beiden Starkholzmodelle. Die stärkste positive Abweichung gegenüber den Starkholzmodellen erzielte dieses Mittelholzmodell mit ca. 400 €/ha bei einem Zinssatz von 4% (*Abbildung 7*). Die ungünstigsten Kapitalwerte lieferte mit Ausnahme von kalkulatorischen Zinssätzen unter 1% grundsätzlich das baumzahlreichere Mittelholzmodell (M2). Die Ursache hierfür lagen zum einen in den durch die erhöhten Pflanzanzahlen früh anfallenden relativ hohen Aufwendungen. Zum anderen waren sie eine Folge der durch die verminderte Standraumhaltung verzögerten Durchmesserentwicklung.

In zusätzlichen Kalkulationen wurde die Sensibilität der Rangfolge der Kapitalwerte auf den Umfang der Wertholz-Aushaltung bei den beiden Starkholzmodellen analysiert. Hierzu wurden die Kapitalwerte der beiden Starkholzmodelle für abnehmende Anteile an Wertholz kalkuliert. Trotz gewisser Verschiebungen änderte sich dabei jedoch nichts Grundsätzliches. Selbst wenn auf die Aushaltung von Wertholz der Güte A vollständig verzichtet wurde und

sämtliche Starkholz-Abschnitte in Güte B/C ausgehalten wurden, ergaben sich nur folgende geringfügigen Veränderungen:

- die Unterschiede zwischen den beiden Starkholzmodellen fielen bei Zinssätzen unter 2% deutlich geringer aus, und der Kapitalwert sank für das Starkholzmodell mit den stärkeren Durchmessern (S2: verlängerte Endnutzung) ab einem Zinssatz von rd. 2% unter die Werte des Basismodells (S1);
- der break-even Punkt zwischen dem Starkholz-Basismodell (S1) und dem günstigsten Mittelholzmodell (M1: abgekürzte Produktion) trat etwas früher ein bei rd. 2,5%. Zudem stieg die Überlegenheit des Kapitalwertes dieses Mittelholzmodells gegenüber dem Starkholz-Basismodell (S1) bei höheren Zinssätzen auf bis zu rd. 500 €/ha (bei 3,5%).

Kapitalwert bei Störung der Produktion durch Sturm

Produktionsrisiken sind neben der Holzqualität die für den Betriebserfolg entscheidenden Faktoren (HANEWINKEL, 2002). Aufgrund der langen Produktionszeiten kommen in der Forstwirtschaft daher Überlegungen über mögliche Störungen der Produktion besondere Bedeutung zu. Eine häufiger gewählte Methode zur Beurteilung möglicher Auswirkungen risikobedingter Beeinträchtigungen der Produktion bildet die Erhöhung des Zinssatzes (SPEIDEL, 1984; KLEMPERER, 2001). Die weite Verbreitung dieses Ansatzes erklärt sich vor allem aus der Einfachheit der Kalkulation. Kausale Zusammenhänge zwischen spezifischen Risikofaktoren und Störungen der Produktion werden bei diesem Vorgehen jedoch nicht abgebildet; es bildet daher allenfalls ein sehr grobes Instrument zur Beurteilung von Produktionsrisiken im Rahmen betrieblichen Entscheidungen (KLEMPERER, 2001).

Bessere Entscheidungsgrundlagen sind zu erwarten, wenn es gelingt, kausale Zusammenhänge zwischen Risikofaktoren und Störungen der Produktion abzubilden. Für den Vergleich der vier Fichten-Produktionsmodelle wurde dies für Produktionsrisiken durch Sturmschäden versucht, da Stürme in Mitteleuropa wohl denjenigen naturalen Risikofaktor bilden, der den Erfolg der Fichtenwirtschaft am stärksten beeinflusst.

Grundsätzlich hängt die Sturmgefährdung einer Baumart bei gegebenen standörtlichen Verhältnissen und Windregimes neben der Höhe (MILLER, 1985; THOMASIU, 1988; MASON, 2002) auch wesentlich von der Bewurzelung der Bäume ab (NIELSEN, 1990; BOLKENIUS, 2001, 2003). Als risikobestimmende Größe wurde für den durchgeführten Variantenvergleich jedoch lediglich die Höhe gewählt, da sie im Gegensatz zur Bewurzelung eine leicht zu ermittelnde Kenngröße bildet. Die Einbeziehung eines mit der Bestandeshöhe zunehmenden Produktionsrisikos entspricht dabei im Prinzip dem von HANEWINKEL (2002) modellierten Einfluss von Risikofaktoren auf die Altersklassenzusammensetzung einer normalen Betriebsklasse: unter der Einwirkung von Risikofaktoren nehmen die Anteile der älteren (höheren) Altersklassen zugunsten der jüngeren (niedrigeren) Altersklassen ab.

Grundlage der in dieser Arbeit verwendeten vereinfachten Abschätzung des Produktionsrisikos in Abhängigkeit von der Bestandeshöhe bildeten die beim Lothar-Sturm 1999 in einem baden-württembergischen Forstbezirk real beobachteten Vorratsverluste in Fichtenbeständen. Dieser Forstbezirk zählte zwar nicht zum eigentlichen Hauptschadensgebiete. Trotzdem erreichten die Sturmschäden mit zufälligen Nutzungen in Höhe von über dem Doppelten der festgestellten Nachhaltigkeitsätze ein erhebliches Ausmaß (KÖHNLE und GAUCKLER, 2003). Bei Modellierung des Risikos wurde für den Variantenvergleich die zehnjährige Wiederkehr eines solchen Sturmereignisses unterstellt. Es kann daher ausgegangen werden, dass das betrachtete Szenarium zumindest für südwestdeutsche Verhältnisse ein sehr hohes Risikopotential abbildet.

Erwartungsgemäß führte die Einbeziehung dieses Risikoszenariums bei allen vier Produktionsmodellen zur deutlichen Reduktion der Kapitalwerte im Vergleich zum ungestörten Produktionsablauf. Die Verringerung der Kapitalwerte unter dem Einfluss zufälliger Nutzungen durch Sturm ist exemplarisch für das Starkholz-Basismodell (S1) in *Abbildung 6* dargestellt.

Die stärksten Veränderungen ergaben sich in der Relation der Kapitalwerte zwischen den beiden Starkholzmodellen. Bei Einbeziehung von Sturmrisiken lag der Kapitalwert des Starkholzmodells

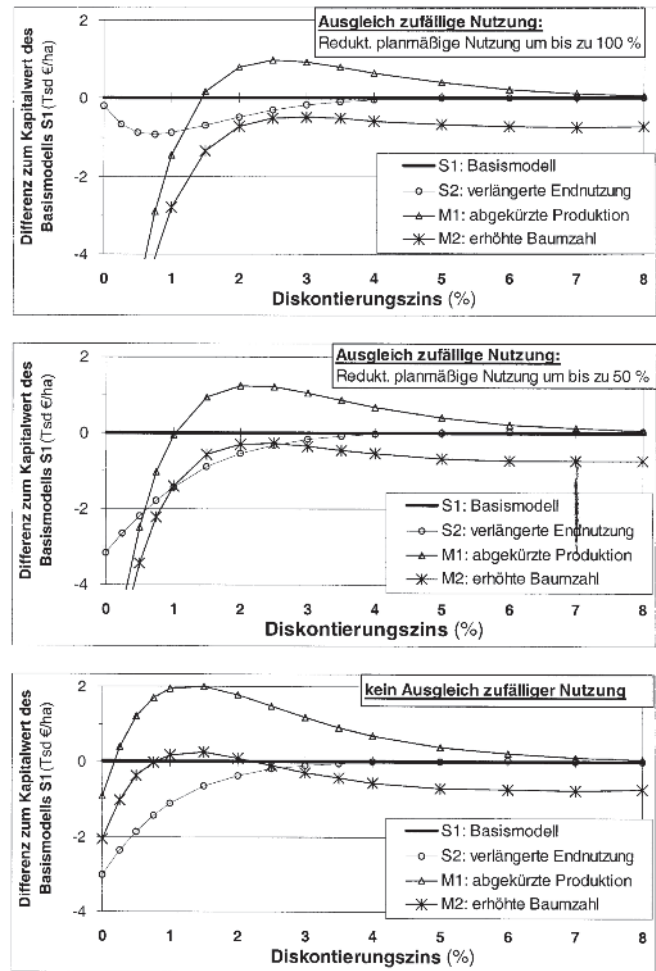


Abb. 8

Entwicklung der Differenz der Kapitalwerte der Produktionsmodelle zum Starkholz-Basismodell (S1) unter Berücksichtigung zufälliger Nutzungen durch Sturm. Dargestellt sind drei Szenarien, in denen die Auswirkungen von Vorratsverlusten durch Sturm auf zukünftige Nutzungsmöglichkeiten durch unterschiedliche Reduktion der planmäßigen Nutzungsmengen im Jahrzehnt kompensiert werden.

Differences between net present values of the production models and the respective value of the basic model („Kapitalwert: Differenz zum Basismodell S1“) under the influence of salvage caused by storm damage („zufällige Nutzung“). Stumpage values of salvage caused by storm were reduced by increasing costs of logging by 30% and reducing sawlog prices by 20%. Three scenarios were calculated where the influence of volume losses by storm on the stands' future productivity were compensated by reducing the regular cut within the respective decade at different levels:

Above: reduction of regular cut up to 100%

Middle: reduction of regular cut up to 50%

Below: no reduction of regular cut.

mit verlängerter Endnutzung (S2) grundsätzlich unter dem Wert des Starkholz-Basismodells (Abbildung 8). Dies beruhte maßgeblich darauf, dass sich bei diesem Modell durch Verlängerung der Endnutzung im Vergleich zum Basismodell (S1) ein größerer Anteil der Entwicklung in Phasen verschob, in denen der Bestand Höhen von deutlich über 30 m erreicht, für die das Risikoszenarium eine deutlich erhöhte Sturmgefährdung unterstellte.

Zwischen dem Starkholz-Basismodell (S1) und den beiden Mittelholzmodellen (M1, M2) ergaben sich solange keine wesentlichen Veränderungen in der Rangfolge der Kapitalwerte, solange angenommen wurde, dass nur solche Schadensmengen die künftigen Nutzungsmöglichkeiten verminderten, die nicht durch Reduktion der planmäßigen Nutzungsmengen innerhalb eines Jahrzehnts kompensiert werden konnten (Abbildung 8). Erst die Annahme, dass Vorratsverluste durch Sturm nicht durch Reduktion der planmäßigen Nutzungen zumindest teilweise kompensiert wurden und in voller Höhe die zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten reduzierten, bewirkte eine eindeutige Veränderung der Rangfolge hin zu einer klaren Überlegenheit der Kapitalwerte der beiden Mittelholzmodelle. Allerdings erscheint eine solche Annahme vergleichsweise realitätsfern.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es aus der Sicht eines Waldbesitzers offenkundig auch unter den aktuell veränderten Preisrelationen bei den Stammholz-Stärkeklassen grundsätzlich zweckmäßig ist, am bestehenden Produktionsziel wertvollen Fichtenstarkholzes festzuhalten. Erst bei hohen kalkulatorischen Zinsen bzw. bei Annahme extremer, eher realitätsferner Risikoszenarien erscheint aus ertragswirtschaftlichen Gründen ein Wechsel zu Produktionsprogrammen mit mittelstarkem Fichtenholz interessant.

4. ZUSAMMENFASSUNG

In einer Fallstudie wurden die Auswirkungen der aktuellen Preisveränderungen beim Stammholz auf den Ertrag der Produktion von starkem bzw. mittelstarkem Fichtenholz vergleichend untersucht. Modellierung von Wachstum, Sortenertrag und Holzerntekosten von vier beispielhaft untersuchten Fichten-Produktionsprogrammen (Z-Baum-orientierte Auslesedurchforstung) erfolgten programmgestützt mit einem für Südwestdeutschland entwickelten Wachstumsimulator und dem kommerziellen Programm HOLZERNT. Verglichen wurden jeweils zwei Produktionsmodelle für Starkholz (mittlerer $d_{1,3}$ in der Endnutzung: 59 cm bzw. 65 cm) und Mittelholz (mittlerer $d_{1,3}$ in der Endnutzung: 41 cm bzw. 40 cm). Beim Sortenertrag wiesen die beiden Mittelholzmodelle deutlich erhöhte Anteile geringwertiger Schwachholzsortimente auf. Starke Sägeholzabschnitte (Zopf > 39 cm) fielen nur bei den beiden Starkholzmodellen an. Für die Ertragsbewertung wurden drei verschiedene Preisszenarien herangezogen: Preise vor dem Sturm 1999, Preise 2001/2002 und ein mittelfristig erwartetes Preisszenarium. Insbesondere das erwartete Preisszenarium zeigte einen ausgeprägten Preisrückgang bei den stärkeren Stammholzklassen. Beim Vergleich des Waldreinertrags normaler Betriebsklassen ergab sich für alle drei Szenarien eine klare Überlegenheit der Starkholzmodelle. Auch bei den für das erwartete Preisszenarium berechneten Kapitalwerten der Investition bei Bestandesbegründung schnitten die Starkholzmodelle bei Zinssätzen bis 2% deutlich günstiger ab. Bei höheren Zinssätzen fielen die Unterschiede zwischen den Kapitalwerten nur noch gering aus, mit leichten Vorteilen für das mit niedriger Baumzahlhaltung konzipierte Mittelholzmodell. Eine Modellierung sturmbedingter Vorratsverluste in Abhängigkeit von der Bestandeshöhe versuchte, die Auswirkungen von Risiken durch Sturmschäden auf die Kapitalwerte bei Bestandesbegründung abzuschätzen. Hierbei zeigte sich, dass sich erst bei Unterstellung extremer, eher realitätsferner Annahmen gravierende Änderungen in der Rangfolge der Kapitalwerte ergaben.

5. Summary

Title of the paper: *Norway spruce: production of large-sized timber still economically sensible in southwestern Germany?*

Traditionally, production of Norway spruce in southwestern Germany has been targeted for large-sized timber (dbh > 60 cm) of good quality as log prices have been increasing with log diameter in the past. Due to developments in sawmill technology sawmillers currently favour medium-sized logs resulting in decreasing prices for large-sized logs. Therefore, a study was carried out to clarify if forest owners should shift their production goals towards medium-sized timber in order to achieve better results. For comparative reasons, four production programs were modelled targeted for production of large-sized timber (two models: average dbh in final cut 59 cm and 65 cm) and medium-sized timber (two models: average dbh in final cut 41 cm and 40 cm), respectively (table 1, fig. 1). Growth, yield of sawlogs, and costs of harvesting were modelled using a growth simulator developed for southwestern Germany together with the commercial program HOLZERNT. Thinning was performed as selective high thinning in favour of selected future crop trees known to result in optimal growth of Norway spruce in southwestern Germany. Yield of sawlogs by both models targeted for production of medium-sized timber was characterised by relatively high proportions of low value products (not merchandable timber and pulpwood). Large-sized sawlogs (diameter at smaller end > 39 cm) were yielded only by the models targeted for production of large-sized timber (fig. 2). The value of timber produced was calculated by weighing yield of sawlogs with log prices obtained for three different marketing periods: prior to storm 1999 (source: price statistics), current and expected within 5 years (calculated from a questionnaire). Particularly, prices expected within the next 5 years did show a characteristic decrease for large-sized log classes (fig. 3). Annual return of normal management classes of both models targeted for production of large-sized timber proved superior to production of medium-sized timber for prices of all three marketing periods analysed (fig. 5). A similar superiority of the models targeted for production of large-sized timber was observed when comparing net present values of stands calculated with log prices expected within 5 years and moderate interest rates of up to 2% (fig. 7). At interest rates exceeding 3% differences between net present values tended to become marginal with slight benefits for the model producing medium-sized timber using relatively wide spacing. As damage by storm may seriously affect the production process, the possible effects on net present values were estimated in a risk scenario. Possible losses of standing volume through storm damage were estimated for a given stand height according to the regression between stand height and losses of standing volume caused by the 1999 storm called "Lothar" found in Norway spruce stands of a forest district in southwestern Germany. The risk scenario was created for a storm event returning every decade throughout the production period. If salvage triggered by storm damage was included in net present values production of large-sized timber still proved superior to medium-sized timber at moderate interest rates if we did allow for at least partial compensation of the effect of volume losses by storm on the stands' future productivity by reducing the regular cut within the decade (fig. 8). Only if the effect of volume losses by storm on the stands' future productivity was not compensated for by reducing the regular cut, models targeted for production of medium-sized timber proved superior at all interest rates analysed. However, such an assumption appeared not overly realistic.

6. Résumé

Titre de l'article: *La production d'épicéas de fortes dimensions est-elle encore justifiée de nos jours dans le Bade-Württemberg?*

Dans une étude particulière on a cherché quels étaient les effets des modifications actuelles des prix des grumes sur les revenus à obtenir de la production de bois d'épicéa de fort ou moyen diamètres. La modélisation de la croissance, les recettes par catégories de produits, les coûts de la récolte des bois pour quatre programmes de production relatifs à l'épicéa, étudiés à titre d'exemple, (éclaircie sélective orientée sur les arbres d'avenir) ont été obtenus avec un simulateur de croissance développé pour le sud-ouest de l'Allemagne et avec le programme commercial «Holzernte» (récolte des bois). Dans chaque cas on a comparé deux modèles de production de gros bois ($d_{1,3}$ moyen lors de la récolte finale : 59 ou 65 cm) et de production de bois moyens ($d_{1,3}$ moyen lors de la récolte finale: 40 ou 41 cm). En ce qui concerne le rendement par catégories de produits, on constate que les deux modèles «bois moyens» conduisent à une proportion nettement plus élevée de bois de petits diamètres, de faible valeur. Des grumes de sciages de fortes dimensions (diamètre au fin bout: > 39 cm) ne sont obtenus qu'avec les deux modèles «gros bois». Pour l'estimation des rentrées d'argent on a retenu trois scénarios différents: prix avant la tempête de 1999; prix 2001/2002; prix probables à moyen terme.

Ce troisième scénario laisse prévoir une nette diminution des prix pour les grumes de forts diamètres. La comparaison du revenu net de la forêt, pour des classes normales d'exploitation, montre des modèles «gros bois». De même, si l'on considère les valeurs en capital des investissements réalisés lors de la création du peuplement en se plaçant dans le troisième scénario – prix probables à moyen terme – les modèles «gros bois» se révèlent toujours les mieux appropriés lorsque l'on retient des taux inférieurs à 2%. Pour des taux plus élevés, les différences entre les valeurs en capital deviennent minimes, avec de légers avantages pour le modèle «bois moyens» conçu avec un nombre de tiges à l'hectare assez faible.

Une modélisation des pertes de volume sur pied provoquées par les tempêtes en fonction de la hauteur du peuplement a pour objectif d'estimer quelles sont les conséquences de tels risques sur la valeur en capital lors de la création du peuplement. En la matière, on constate, tout particulièrement quand on envisage des cas extrêmes, à vrai dire assez loin de la réalité, que la hiérarchie des valeurs en capital est profondément modifiée. J. M.

7. Literaturverzeichnis

ABETZ, P.: Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. AFZ-Der Wald **30**/1961, 72–75, 1975

ADOMAT, R.: Betriebswirtschaftliche Untersuchungen über die Holzarten Fichte, Forle, Buche und Eiche im baden-württembergischen Staatswald. Forst-u.Holz. **20**, 1–5, 1965

ASSMANN, E.: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Inst. F. Ertragskunde der Forstl. Forschungsanstalt München, 102 pp., 1963

BARTSCH, N., MAGNUSSEN, S. und WIETHAUPT, A.: Fichten-Jungbestände aus Naturverjüngung. Allg. Forst- u. Jgd.-Ztg. **156**, 2–11, 1985

BOLKENIUS, D.: Zur Wurzelbildung von Fichte (*Picea abies* [Karst.] und Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in gleich- und ungleichaltrigen Beständen. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, vol. 35. Hrsg.: Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg & Forstl. Versuchs- u. Forschungsanst. Bad.-Württ., Freiburg. 155 pp., 2001

BOLKENIUS, D.: Wurzelbildung älterer Fichten und Tannen. AFZ-Der Wald **58**, 124–126, 2003

BRANDL, H.: Entwicklung der Ertragslage der vier Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche im Staatsforstbetrieb von Baden-Württemberg und ihr Einfluß auf die waldbauliche Planung. Allg. Forst- u. J.-Ztg. **159**, 164–170, 1988

BRANDL, H.: Ergänzende Untersuchungen zur Ertragslage der Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche in Baden-Württemberg. Allg. Forst- u. J.-Ztg. **160**, 91–98, 1989

CLUTTER, J. L., FORSTON, J. C., PIENAAR, L. V., BRISTER, G. H. und BAILEY, R. L.: Timber Management: a quantitative approach. John Wiley & Sons, New York, 333 pp., 1983

DEEGEN, P.: Forstökonomie kennenlernen. Taupitz, Bogenschützen-Verlag, Dresden, 165 pp. 1997

DONG, P. H.: Erste Ergebnisse zu Eingriffszeitpunkt und Art der Freistellung bei Fichten-Naturverjüngung auf der Freifläche. Allg. Forst- u. Jgd.-Ztg. **167**, 20–23, 1996

ELDERTON, W. P. und JOHNSON, N. L.: Systems of frequency curves. Cambridge University Press, 216 pp., 1969

FUNK, M.: Bedeutung des Starkholzes in der deutschen Sägeindustrie. Kongressbericht Deutscher Forstverein e.V. 60. Jahrestagung, 295–301, 2001

GERMANN, D.: Die Bewertung des Windwurftrisikos der Fichte auf verschiedenen Standortstypen. Mitt. d. Hess. Landesforstverw., Bd. 12, 103 pp.

GRABER, D.: Die Kernfäuleschäden an Fichte (*Picea abies* Karst.) in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchungen über das Schadenausmaß, die ökologischen, waldbaulichen und mykologischen Einflussfaktoren sowie die ökonomischen Auswirkungen. Beiheft Nr. 79. Schweiz. Z. Forstwesen, 283 pp., 1996

HALLENBARTER, D. und HASENAUER, H.: Durchforstungen in Fichtenbeständen: Eine Analyse mit Hilfe des Waldwachstumsmodells MOSES. Cbl. f. ges. Forstw. **120**, 211–229, 2003

HANEWINKEL, M.: Comparative economic investigations of even-aged and uneven-aged silvicultural systems: a critical analysis of different methods. Forestry **75**, 473–481, 2002

HUBER, E.: Umtriebszeit und Rationalisierung. AFZ-Der Wald **21**, 119–122, 1966a

HUBER, E.: Umtriebszeit und Rationalisierung. AFZ-Der Wald **21**, 142–147, 1966b

JÖBSTL, H. A.: Umtriebszeiten der Fichte unter geänderten Marktverhältnissen für verschiedene Produktionsgebiete Österreichs. Ber. Abt. f. Rechnungswesen und forstl. Marktlehre Inst. f. Sozioökonomik der Forst- u. Holzwirtschaft, Univ. f. Bodenkultur Wien. Heft 14. Selbstverlag, Wien, 128 pp., 1997

KENK, G.: Behandlung von Fichten und Durchforstungsergebnisse. AFZ-Der Wald **53**, 420–421, 1998

KENK, G.: Das Jungwaldpflegemodell Baden-Württemberg. Schweiz. Z. Forstwes. **12**, 471–477, 1999a

KENK, G.: Thinning in Germany. In: University of Maine (Hrsg.): Thinning in the Maine Forest. Conference Proceedings, November 15–16, Augusta, Maine, USA, 69–80, 1999b

KENK, G. und WEISE, U.: Nichtstun – ein alternativer Weg zu erhöhter Stabilität und Wertleistung? AFZ-Der Wald **53**, 937–939, 1998

KLEMPERER, W. D.: Incorporating risk into financial analysis of forest management investments. In: risk analysis in forest management. (Hrsg.: K. v. GADOW), 149–170. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 240 pp. 2001

KOHNLE, U.: Fichten-Produktionsziel: Starkholz oder Mittelholz? Tagungsband zur Jahrestagung 2003 des Deutsch.Verb.Forstl.Forschungsanst. in Torgau, 160–171, 2003

KOHNLE, U. und GAUCKLER, S.: Vulnerability of forests to storm damage in a forest district of Southwestern Germany situated in the periphery of the 1999 storm (LOTHAR). In: Proceedings of the International Conference Wind Effects on Trees. 16.–18. September 2003, 151–155. Hrsg.: B. RUCK, C. KOTTMEIER, C. MATTHECK, C. QUINE, G. WILHELM., Karlsruhe. Universität Karlsruhe, 151–155, 2003

KOHNLE, U., GAUCKLER, S., RISSE, F. und STAHL, S.: Der Orkan Lothar im Spiegel von Betriebsinventur und Einschlagsbuchführung: Auswirkungen auf einen baden-württembergischen Forstbezirk im Randbereich des Sturms. AFZ-Der Wald **58**, 1203–1207, 2003

KROTH, W.: Ökonomische Aspekte der Kiefernwirtschaft. Forstw. Cbl. **102**, 36–50, 1983

MELUF (Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten): Forst-HKS – Die Handelsklassensortierung für Rohholz mit ergänzenden Erläuterungen. Stand 1. 10. 1983. Selbstverlag, Stuttgart. 24 pp., 1983

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Wald, Ökologie und Naturschutz. Selbstverlag, Stuttgart (MLR-31-93). 128 pp., 1993a

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Hilfstabellen für die Forsteinrichtung, Stuttgart, 188 pp., 1993b

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Jahresbericht 1995 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 43, Selbstverlag, Stuttgart, 1996

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Jahresbericht 1996 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 44, Selbstverlag, Stuttgart, 1997

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Jahresbericht 1997 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 45, Selbstverlag, Stuttgart, 1998

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Jahresbericht 1998 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 46, Selbstverlag, Stuttgart, 1999a

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen. Hrsg. Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg, Stuttgart. Selbstverlag. 54 pp., 1999b

MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Jahresbericht 1999 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 47, Selbstverlag, Stuttgart, 2000

- MLR (Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg): Jahresbilanz 2002 der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 50, Selbstverlag, Stuttgart, 2003
- MILLER, K. F.: Windthrow hazard classification. Forestry Commission Leaflet 85; HMSO, London, 14 pp., 1985
- NIELSEN, C. C. N.: Einflüsse von Pflanzverband und Stammzahlhaltung auf Wurzelform, Wurzelbiomasse, Verankerung sowie auf die Biomassenverteilung im Hinblick auf die Sturmfestigkeit der Fichte. Schriften aus der Forstl. Fakultät der Univ. Göttingen u. d. Niedersächsischen Forstl. Versuchsanstalt, 279 pp., 1990
- MASON, W. L.: Are irregular stands more windfirm? Forestry **75**, 347–355, 2002
- OESTEN, G. und ROEDER, A.: Management von Forstbetrieben. Band 1: Grundlagen, Betriebspolitik. Verlag Dr. Kessel, Remagen, 364 pp., 2001
- PAMPE, A., SPELLMANN, H., SCHMIDTKE, H. und RIECKMANN, P.: Jugendwachstum und Differenzierung von Fichten-Naturverjüngungen – Konsequenzen für die waldbauliche Behandlung. Forst u. Holz **58**, 390–394, 2003
- PIRI, T.: Early development of root rot in young Norway spruce planted on sites infected by Heterobasidion in southern Finland. Can. J. For. Res. **33**, 604–611, 2003
- PRICE, C.: The theory and application of forest economics. Basil Blackwell Ltd., Oxford, 402 pp. 1989
- PRETZSCH, H.: Strategische Planung der Nachhaltigkeit auf Forstbetriebs-ebene. Beitrag der Waldwachstumsforschung. Forstw. Cbl. **122**, 231–249, 2003
- RALSTON, R., BUONGIORNO, J. und FRIED, J. S.: Potential yield, return, and tree diversity of managed, uneven-aged Douglas-fir stands. Silva Fennica **38**, 55–70, 2004
- RIPKEN, H. und SPELLMANN, H.: Modell-Berechnungen der Reinerträge der wichtigsten Baumarten sowie der gesamten Holzproduktion in den Niedersächsischen Landesforsten. Forst- u. Holz **35**, 153–165, 1980
- SCHMIDT, M. und SPELLMANN, H.: Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte in Abhängigkeit von der Bestandesbehandlung. Tagungsband zur Jahrestagung 2003 des Deutsch. Verb. Forstl. Forschungsanst. in Torgau, 125–142, 2003
- SCHMIDTHÜSEN, F., KAISER, B., SCHMIDHAUSER, A., MELLINGHOFF, S. und KAMMERHOFER, A. W.: Unternehmerisches Handeln in der Wald- und Holzwirtschaft. Deutscher Betriebswirte-Verlag, Gernsbach, 560 pp. 2003
- SCHÖNHAR, S.: Untersuchungen über die Infektion der Fichte (*Picea abies* Karst.) durch *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Allg. Forst- u. Jgd.-Ztg. **166**, 14–17, 1995
- SCHÖNHAR, S.: Hallimasch und Harzzahn – Konkurrenten des Wurzelschwammes in Fichtenbeständen. AFZ-Der Wald **58**, 712–713, 2003
- SCHÖPFER, W., STÖHR, D. und AVEMARK, W.: Entscheidungshilfen für die betriebliche Holzvermarktung. Holzzentralbl. **29**, 449–453, 1997
- SIEBENBÜRGER, F.: Die Ertragslage der wichtigsten Baumarten im baden-württembergischen Staatsforstbetrieb (FWJ 1977), Teil I. Forst- u. Holz **35**, 44–52, 1980a
- SIEBENBÜRGER, F.: Die Ertragslage der wichtigsten Baumarten im baden-württembergischen Staatsforstbetrieb (FWJ 1977), Teil II. Forst- u. Holz **35**, 61–66, 1980b
- SPEIDEL, G.: Forstliche Betriebswirtschaftslehre. 2. überarbeitete Auflage. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 226 pp., 1984
- SPELLMANN, H. und SCHMIDT, M.: Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte in Abhängigkeit von der Bestandesbehandlung. Forst u. Holz **58**: 412–419, 2003
- STRÜTT, M.: Betriebswirtschaftliche Modelluntersuchungen zu Z-Baum orientierten Produktionsstrategien in der Fichtenwirtschaft. Mitt. d. Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt Baden-Württemberg, vol. 156. Selbstverlag, Freiburg, 221 pp., 1991
- V. TEUFFEL, K.: Waldentwicklungstypen in Baden-Württemberg. AFZ-Der Wald **54**, 672–676, 1999
- V. TEUFFEL, K. und KOHNLE, U.: Biologische Automation und Starkholzproduktion. Tagungsband zur Jahrestagung der Sektion Waldbau im DVFF vom 10.–12.09.2003 in Birmensdorf, 14–25, 2004
- V. TEUFFEL, K., JOOS, M., KREBS, M., HARTEBRODT, C., HRADETZKY, J., BÖSCH, B. und KÄNDLER, G.: Sortenanfall unterliegt deutlichen Veränderungen – Zuwachsverhältnisse und Nutzungspotential im Staatswald Baden-Württemberg. Holzzentralbl. **126**, 831, 2000
- WEIHS, U., WILHELM, G. J. und ROOS, R.: Wie sich unbehandelte Fichtenbestände aus Naturverjüngung entwickeln. AFZ-Der Wald **54**, 172–175, 1999
- THOMASUS, H.: Stabilität natürlicher und künstlicher Waldökosysteme sowie deren Beeinflussbarkeit durch forstwirtschaftliche Maßnahmen. AFZ-Der Wald **43**, 1037–1043, 1988
- WEISE, U.: Ein Weg aus der Schwachholzmisere? Hinausschieben der Durchforstungen. AFZ-Der Wald **50**, 570–573, 1995
- WEISE, U. und KUBLIN, E.: Distanzunabhängiges Wachstumsmodell zur Optimierung der Behandlung von Fichtenbeständen. Tagungsber. d. Sekt. Ertragskunde im DVFF 1997 in Grünberg, 259–278, 1997
- WEISE, U. und KUBLIN, E.: Modellierung langfristiger Wachstumsabläufe von Fichtenbeständen. AFZ-Der Wald **53**, 422–423, 1998
- WEISE, U., FLÖSS, M. und KENK, G.: Behandlung und Wertleistung der Douglasie in Baden-Württemberg. AFZ-Der Wald **56**, 803–806, 2001

Rekonstruktion der Kronenentwicklung von Mittelwaldbuchen*

Aus dem Institut für Waldwachstum der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

(Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle)

Von T. VANCK und H. SPIECKER

(Angenommen März 2004)

SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Mittelwald; Buche; Kronenentwicklung; Astanalyseverfahren; Methodik; Astlängenwachstum.

Beech; crown expansion; analysis of branches; methods; branch shoot growth.

1. EINLEITUNG

Die Rekonstruktion der Kronenentwicklung eröffnet Einblicke in die Dynamik der Inanspruchnahme des oberirdischen Standraumes durch Baumkronen. Sie bietet eine Grundlage für die Abschätzung des Expansionsvermögens von Baumkronen unter unterschiedli-

chen Umweltbedingungen. Diese Umweltbedingungen werden einerseits durch die Konkurrenz benachbarter Bäume und andererseits durch verschiedene Standortsfaktoren bestimmt. Durch die Möglichkeit, die Kronenentwicklung mit einem präzisen Zeitbezug zu beschreiben, können sowohl altersbedingte als auch umweltbedingte Veränderungen im Reaktionsverhalten der Kronenentwicklung registriert und mit der Veränderung der Einflussgrößen verglichen werden. Die Ergebnisse dieser Analysen können als Grundlage für die Modellierung von Wachstumsabläufen in Wäldern verwendet werden.

Bisher wurden zur Rekonstruktion der Kronenentwicklung wiederholt aufgenommene Kronenfotos oder periodisch wiederholte Kronenprojektionen verwendet. Da für längere Zeiträume in der Regel solche Informationen nicht verfügbar sind, wurden außerdem aus Serien einmaliger Vermessungen der Kronen von Bäumen in

* Herausgegeben mit Förderung des Ministeriums für Umwelt und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz.

unterschiedlichen Entwicklungsstadien Gesetzmäßigkeiten zur Kronenentwicklung und zum Dickenwachstum abgeleitet (SPIECKER, 1991). In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, die Kronenentwicklung einzelner Bäume auf der Grundlage von Jahrringen an ausgewählten Astquerschnittsflächen zu rekonstruieren.

Die Wachstumssteuerung der Buche sollte unter dem Aspekt der Wertholzerzeugung das Ziel haben, möglichst dicke und fehlerfreie Stämme ohne Rotkern zu erzeugen. Der richtige Weg, diese Ziele zu erreichen, wird seit einigen Jahren in der forstlichen Praxis, nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Buche, kontrovers diskutiert (GUERICKE, 2002; KLÄDTKE, 2002; TEUFEL, 2002).

Furnierbuchen aus französischen Mittelwäldern erzielen hohe Preise, da sie häufig die oben genannten Eigenschaften auf sich vereinen. Sie konnten über längere Zeitperioden konkurrenzfrei wachsen und so große, symmetrische Kronen entwickeln (FREIST, 1979), die ein rasches, spannungsarmes Durchmesserwachstum bei geringerer Rotkerngefahr ermöglichen. Grundlage für die Untersuchung bilden Buchen aus ehemaligen Mittelwäldern (WILHELM et al., 1999). Da jedoch keine langfristigen waldwachstumkundlichen Beobachtungen zur Kronenentwicklung dieser Buchen vorliegen, wurde im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg i. Br. eine Methode entwickelt und erprobt, bei der die Kronenentwicklung von Mittelwaldbuchen anhand von Astanalysen nachvollzogen wird.

2. DIE UNTERSUCHUNGSMETHODIK

2.1 Das Astanalyseverfahren

Das Dickenwachstum der Äste wird von Umwelteinflüssen in ähnlicher Weise gesteuert wie das Dickenwachstum der Baumschäfte. Durch die Abfolge von Früh- und Spätholz lassen sich in den Ästen ebenfalls Jahrringe erkennen. Falls die äußeren Jahrringe zunehmend beschatteter Äste nicht mehr identifizierbar sind oder fehlen, kann das kambiale Alter einer Astquerschnittsfläche mit dendrochronologischen Methoden aus der Abfolge der Jahrringe im Inneren der Querschnittsfläche bestimmt werden. Somit lässt sich das kambiale Alter an jeder Stelle eines Astes zuverlässig bestimmen. Grundgedanke des entwickelten Astanalyseverfahrens ist es, dass das Wachstum einzelner Äste über das Alter von Astscheiben und deren Position in der Krone eindeutig bestimmbar ist und daraus der Verlauf der Kronenexpansion abgeleitet werden kann.

2.2 Astscheibengewinnung

Die Astspitzen der für die Analyse ausgewählten Äste wurden mit einem SUUNTO Gefällsmesser abgelotet und deren Projektion am Boden mit einem Fluchtstab markiert. Baumkletterer bewegten sich entlang der ausgewählten Äste so weit nach außen, wie es ihnen ohne Gefährdung möglich war. Sie brachten mit einer Handsäge Markierungen an den Ästen an und fällten von diesen Stellen jeweils das Lot auf den Boden. Dieser Punkt am Boden wurde verpflockt. Sobald am selben Ast drei jeweils 1,0–1,5 m Astabschnitte in Richtung zum Stamm hin abgelotet waren, wurde das gesamte Aststück abgesägt.

Das abgesägte Aststück wurde nun zwischen den Markierungen am Boden und dem Fluchtstab wieder aufgerichtet, um seine natürliche Position in der Krone am Boden nachzubilden. Auch im äußeren Teil des Astes wurden im Abstand von 1,0–1,5 m weitere 4–5 Markierungen am Ast angebracht, daran das Lot gefällt und die Stellen am Boden mit Pflocken markiert. Die Abstände zwischen den Markierungen am Ast wurden mit einem Maßband gemessen und anschließend Astscheiben an den markierten Stellen

entnommen. Azimuth und horizontale Entfernung zum Schaft in 1,3 m Höhe dienen zur Beschreibung der räumlichen Lage der abgeloteten Punkte am Boden. Auf diese Weise wurde die horizontale Entfernung der Astscheibenprojektionen vom Stamm ermittelt (Abb. 1).

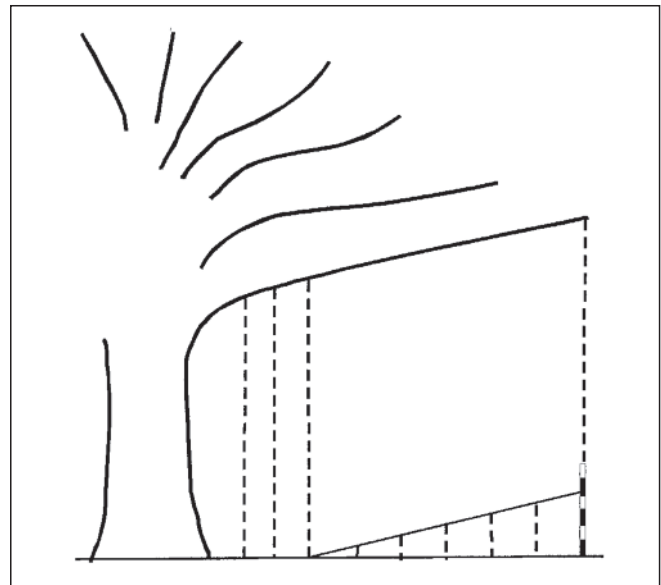


Abb. 1

Schematische Darstellung des Ablaufs der Astscheibengewinnung. Die Ablotung ausgewählter Punkte am Ast und die Vermessung der abgesägten Astteile am Boden wird dargestellt: Markierung der Projektion der Astspitze mit Fluchtstab; Fällen des Lots an drei stammnahen Stellen des Astes und Markierung am Boden; Kappung des Astes; Wiederaufrichten am Boden zwischen Markierungen am Boden und Fluchtstab; Abloten weiterer Stellen am Ast; Entnahme der Astscheiben an abgeloteten Stellen; Vermessung.

Schematic description of disc sampling along a branch.

Selected points are projected to the ground and the cut parts of the branch are measured on the ground: Marking the projected tip of the branch on the ground; projection of three points close to the stem and marking at the ground; projection of additional points of the cut branch; sampling of discs; measurements.

Je Baum wurden auf diese Art vier Äste vermessen. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass die Äste zur Zeit der Analyse an der Bildung des Kronenrandes beteiligt, vital und möglichst senkrecht zueinander ausgerichtet waren. Auch sollten sie möglichst horizontal gewachsen sein, um das Wiederaufstellen am Boden zu erleichtern. Es kamen nur Äste aus dem unteren Kronenbereich in Betracht, da es aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich war, in einer Höhe von mehr als 15–16 Metern Messungen durchzuführen. Eine regelmäßige Verteilung der Äste war deswegen nicht immer gegeben. Trotz der vorsichtigen Vorgehensweise erreichten nicht alle Äste unversehrt den Boden. Wegen ihres großen Gewichts oder bei ungünstigem Auftreffwinkel brachen einige Äste beim Aufschlagen auf den Boden in Stücke. Mit Spanngurten konnten die Brüche wieder zusammengefügt werden oder die beiden Aststücke wurden gutachtlich nach Winkel und Ausrichtung der Sekundäräste zwischen den Markierungen aufgestellt. Im Labor wurden die Jahresringe jeder Astscheibe datiert und das kambiale Alter der Scheibe festgestellt.

2.3 Rekonstruktion der Astlänge

Bei der Rekonstruktion des Astlängenwachstums wird ähnlich vorgegangen wie bei der Höhenanalyse. Das Interpolationsverfahren

ren von CARMEAN (DYER & BAILE zitiert nach UNTHEIM, 1996) wurde auf das Wachstum der Seitenäste übertragen, denen in oben beschriebener Weise Astscheiben entnommen wurden. Dabei werden folgende Annahmen getroffen: Zum einen werden die Jahrestrieblängen innerhalb eines Astabschnittes als konstant angesehen. Zum anderen wird angenommen, dass alle Stammscheiben aus der Mitte des jeweiligen Jahrestriebes stammen. Der Abstand der so definierten Spitzen der Jahrestriebe zum Schaftmittelpunkt in 1,3 m Höhe wird durch den Abstand zur Schaftperipherie und dem halben Schaftdurchmesser berechnet. Die horizontale Projektion des Astes erfolgt nach dem Strahlensatz, die Proportionen innerhalb eines Astabschnittes finden sich deshalb in den Horizontalprojektionen wieder.

Zur Berechnung des durchschnittlichen jährlichen horizontalen Kronenzuwachses in radialer Richtung wird der horizontale Abstand zwischen den Astscheiben durch die Differenz zwischen dem Kambialalter der benachbarten Astscheiben dividiert. Zum horizontalen Abstand der ersten Astscheibe wird nun die Hälfte dieses durchschnittlichen Zuwachses addiert. Man schätzt so die Entfernung der Horizontalprojektion der Astspitze zum Baum in dem Jahr, in dem der erste Jahring der Astscheibe gebildet wurde. Für jedes folgende Jahr wird jeweils ein durchschnittlicher Jahreszuwachs hinzugezählt, bis alle Astlängen, deren Jahrestriebe theoretisch zwischen den Astscheiben enden, geschätzt sind. Zu diesen Horizontalabständen von der Schaftperipherie wird der halbe Schaftdurchmesser addiert, um den Abstand zum Schaftmittelpunkt zu erhalten (Abb. 2).

Auf diese Weise wird mit jedem Astabschnitt zwischen zwei Astscheiben verfahren. Der äußerste Abschnitt eines jeden Astes

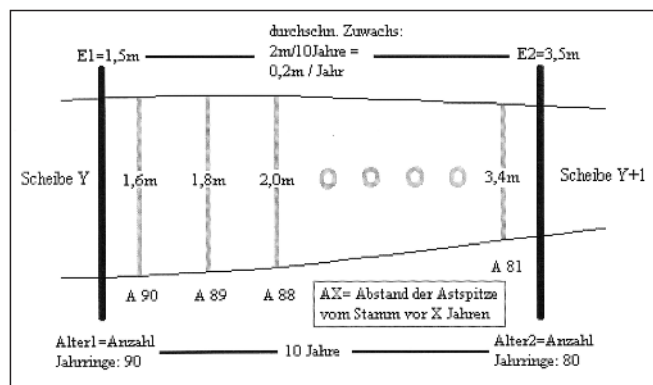


Abb. 2

Schätzung des Abstandes der Astspitze vom Schaftmittelpunkt. Bei der Berechnung wird unterstellt, dass der jährliche Zuwachs innerhalb des Abschnittes konstant ist und die Astscheiben immer in der Mitte eines Jahrestriebes entnommen werden. Im Beispiel würde, bei einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 0,2 m, einem Abstand der ersten Astscheibe zum Stamm von 1,5 m und 90 Ringen auf der Scheibe, der Abstand der Astspitze zum Stamm vor 90 Jahren auf 1,6 m geschätzt. Die Darstellung gibt die Verhältnisse am Ast wieder; die gleichen Proportionen finden sich jedoch auch in der Horizontalprojektion, die Berechnung kann also auch mit deren Werten erfolgen (1. Strahlensatz).

Estimation of the distance of the branch tip from the centre of the stem. When calculating the annual increment it is assumed that the increment within a branch section stays constant and the discs were sampled in the middle of an annual shoot. In the shown example the annual increment is 0.2 m, the first disc in a distance of 1.5 m to the stem centre shows 90 tree rings, and the distance between the stem centre and the tip of the branch at a time 90 years ago is estimated to be 1.6 m. The figure shows the relations within a branch, the same proportions are however also valid for the horizontal projection (intercept theorems).

befindet sich zwischen einer Astscheibe und der abgeloteten Astspitze. Für den horizontalen Abstand der Astspitze zum Stamm im Jahr der Untersuchung existiert also ein gemessener Wert. In Bezug auf den systematischen Fehler, der sich in diesem Abschnitt ergibt, wird das Verfahren verbessert, indem bei der Berechnung nicht die Altersdifferenz, sondern die um 0,5 reduzierte Altersdifferenz verwendet wird (NEWBERRY, 1991 zitiert nach UNTHEIM, 1996).

Aus den geschätzten horizontalen Abständen der Astspitze für jedes Jahr werden die jährlichen horizontalen Zuwächse für jeden Ast geschätzt. Das Absenken der Äste mit zunehmendem Alter durch erhöhtes Eigengewicht kann mit dieser Analyse nicht nachvollzogen werden. Je weiter das Zuwachsjahr zurückliegt, umso mehr wird der horizontale Zuwachs überschätzt, da die Äste in der Jugend in der Regel kleinere Astabgangswinkel aufweisen (ROLOFF, 1986). Die Zuwächse der vier Äste eines Baumes werden für jedes Jahr geometrisch gemittelt, um ihren mittleren horizontalen Zuwachs zu erhalten. Gemittelt werden nur die Zuwächse jener Jahre, in denen für alle vier Äste Werte vorliegen.

2.3 Rekonstruktion der horizontalen Kronenentwicklung

Zur Rekonstruktion der horizontalen Kronenentwicklung wird vom Wachstum der Untersuchungsäste auf das Wachstum der Krone geschlossen. Es wird angenommen, dass das Wachstum der 4 untersuchten Äste repräsentativ für das der Krone ist. Dies scheint plausibel, da bei der Auswahl nur vitale, an der Bildung des Kronenrandes beteiligte Äste berücksichtigt werden (s.o.). Es darf daher vermutet werden, dass sie schon immer zu den vitalsten und am Kronenrand beteiligten Ästen gehört haben.

Zunächst wird ein fiktiver Kronenradius aus dem geometrischen Mittel der Längen der Horizontalprojektionen der 4 Äste ermittelt. Dieser Wert wird entsprechend dem mittleren jährlichen horizontalen Zuwachs der 4 Äste reduziert, um für jedes Jahr einen fiktiven Kronenradius zu erhalten. Daraus werden für jedes Jahr fiktive Kronenschirmflächen berechnet. Es wird angenommen, dass die tatsächliche Kronenschirmfläche von der aus der Kronenablotung ermittelten Kronenschirmfläche besser beschrieben wird als von der fiktiven Kronenschirmfläche. Daher wird die bei der Kronen-

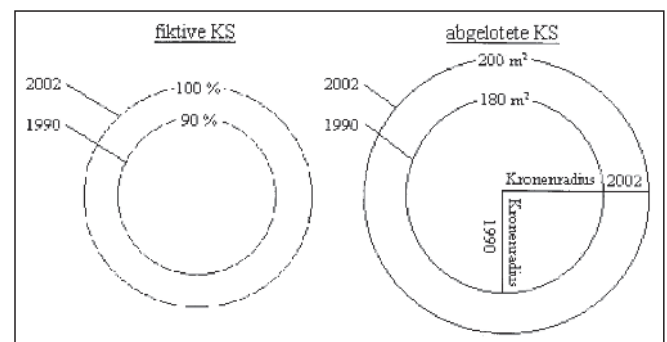


Abb. 3

Beispiel zur Anwendung des Kronenreduktionsfaktors. Angenommen, 1990 würde die fiktive Kronenschirmfläche 90% von 2002 betragen, dann wird die abgelotete Kronenschirmfläche mit diesem Faktor reduziert. Bei einer abgeloteten Kronenschirmfläche von 200 m² in 2002 würde die Kronenschirmfläche 1990 folgendermaßen berechnet: 200 m²*0,9 = 180 m². Über die Kreisflächenformel kann dann aus dieser Fläche der Kronenradius für 1990 ermittelt werden.

Example for the use of a crown reduction factor. Assuming that in 1990 the virtual projected crown area is 90% of the area in 2002, the area is reduced by this factor. When the projected crown area is 200 m² the crown area is calculated as follows: 200 m²*0.9 = 180 m². The crown radius can be calculated from the circular area.

ablotung gemessene Schirmfläche für jedes Jahr mit dem entsprechenden Kronenreduktionsfaktor, der sich aus der fiktiven Schirmflächenentwicklung ergibt, reduziert (Abb. 3). Hieraus werden die Kronenradien für jedes Jahr errechnet, aus denen dann der Zuwachs des Kronenradius hervorgeht. Das Verhältnis aus fiktiver Kronenschirmfläche eines Jahres zur fiktiven Kronenschirmfläche im Jahr der Kronenablotung 2002 wird als Kronenreduktionsfaktor bezeichnet.

3. UNTERSUCHUNGSMATERIAL

Gegenstand der Untersuchung sollten möglichst lange konkurrenzfrei erwachsene Mittelwaldbuchen sein. Die Auswahl der Probenbuchen erfolgte daher nach Kriterien, die auf eine über lange Zeit störungsfreie Entwicklung hindeuteten. Das Hauptkriterium war dabei eine große und regelmäßig entwickelte Krone bei niedrigem Kronenansatz und starkem Durchmesser. Bäume mit verschiedenen niedrigen Kronenansatzhöhen unter einem Drittel der Höhe sollten ausgesucht werden. Weiterhin durften sich keine Totäste und Beulen, die auf ein Überwallen von Starkästen nach Abschluss der eigentlichen Astreinigung hinweisen, am Kronenansatz befinden. Bäume, bei denen sich der Kronenansatz nach Beendigung der Astreinigung in der Jugend nachträglich noch nach oben verlagert hat, sollten so ausgeschlossen werden. Zwiesel oder Buchen mit sehr steilen Astabgangswinkeln wurden nicht ausgewählt. Darüber hinaus mussten die Probenbuchen vital sein. Sie durften keine Absterbeerscheinungen im Kronenrandbereich oder Kronenabbrüche zeigen. Buchen mit Astlöchern oder Faulästen in der Krone fanden keine Berücksichtigung. Hinweise auf Krankheiten, wie Pilzbefall oder großflächige, frische oder überwallte Verletzungen der Rinde, waren ebenfalls Ausschlusskriterien. Das entwickelte Verfahren wurde an fünf aus Lothringen stammenden Mittelwaldbuchen erprobt (Tab. 1).

Tab. 1

Merkmale der Untersuchungsbäume.
Characteristics of the investigated trees.

Baum Nr. tree Nr.	Bestand stand	BHD DBH (cm)	Höhe height (m)	Kronenansatzhöhe height of crown base		Kronenschirmfläche crown area (m ²)	Kronenbreite crown width (m)	Stockalter tree age (Jahre/years)	h/d-Wert h/d-ratio
				(m)	% der Höhe % of height				
1	Woustviller	95	34	9,6	28	356	21,3	139	36
2	Woustviller	93,5	36	8,1	23	329	20,5	142	39
3	Woustviller	86	31	4,9	16	261	18,2	141	36
4	Hambach	88	31,7	10,9	34	329	20,5	156	36
5	Hambach	84	27,3	6,5	24	202	16,0	182	33

4. ERGEBNISSE

4.1 Astlängenzuwachs

Die horizontalen jährlichen Astzuwächse in radialer Richtung konnten über 70 bis 90 Jahre weit zurückverfolgt werden. Sie bewegen sich zwischen 1,7 und 37 cm pro Jahr. Der mittlere horizontale Astlängenzuwachs je Jahr liegt am niedrigsten bei Baum 5 mit 8 cm/Jahr und am höchsten bei Baum 2 mit 11,7 cm/Jahr. Erwartungsgemäß ist der tatsächliche Astlängenzuwachs insgesamt größer als der horizontale Zuwachs in radialer Richtung.

4.2 Zuwachs des Kronenradius

Der Kronenradius ist über den jeweils rekonstruierten Zeitraum hinweg im Mittel zwischen 7 (Baum 5) und 11 cm/Jahr (Baum 2) zugewachsen. In einzelnen Jahren wächst der Kronenradius bis zu 26 cm. HAYWOOD (2002) fand bei ohne Konkurrenzdruck gewachsenen Ästen über achtzigjähriger Buchen durchschnittliche horizontale Zuwächse in einer ähnlichen Größenordnung (9–13 cm/Jahr). Über dem Kalenderjahr aufgetragen, zeigen die Kurven der

periodischen, jährlichen Kronenradienzuwächse zum Teil ähnliche Verläufe. Stellt man den Verlauf jedoch über dem Stockalter dar, sind diese Ähnlichkeiten nicht mehr zu erkennen. Die sprichwörtliche Fähigkeit der Buche auch noch in höheren Altern das Wachstum der Äste zu forcieren, wird besonders bei Baum 5 deutlich. Er zeigt im Alter 150 nochmals deutlich erhöhte Zuwachswerte, die höchsten im für ihn rekonstruierten Zeitraum von 80 Jahren. Die Bäume 1, 2 und 4 zeigen über die rekonstruierten Zeiträume tendenziell rückläufige Zuwächse des Kronenradius. Bei den anderen beiden Buchen ist ein solcher Trend nicht zu erkennen. Von einem einheitlichen, altersbedingten Rückgang kann bei allen untersuchten Buchen nicht gesprochen werden. Das Wachstum ihres Kronenradius scheint mehr von äußeren zeitspezifischen Einflüssen geprägt zu werden, als von einer altersabhängigen Rhythmik.

4.3 Radialzuwachs des Schaftes und Zuwachs des Kronenradius

Bei allen Bäumen sind in den Kurvenverläufen von jährlichem Radialzuwachs ($ir_{1,3}$) und dem periodischen jährlichen Zuwachs des Kronenradius (iCR) ähnliche Trends zu erkennen (Abb. 4). Längere Phasen hoher oder niedriger Zuwächse finden sich in beiden Kurven in etwa gleichen Zeiträumen. Der Radialzuwachs und der Zuwachs des Kronenradius scheinen in ähnlicher Weise auf Umwelteinflüsse zu reagieren. Das Längenwachstum der Buchentriebe wird bereits bei der Anlage der Knospen im Vorjahr festgelegt. Die negativen Einflüsse in der zweiten Hälfte einer Vegetationsperiode können sich, im Gegensatz zum Radialzuwachs, erst im folgenden Jahr auf das Längenwachstum der Äste auswirken (ROLOFF, 1988). Diese zeitversetzte Entwicklung lässt sich bei den ermittelten Zuwächsen des Kronenradius nicht erkennen, da für die Astabschnitte mittlere jährliche Zuwachswerte über mehrjährige Perioden berechnet wurden. Jährliche Schwankungen können dabei nicht erfasst werden, längere Phasen gleichgerichteter Zuwachsreaktionen und Trends des Radialzuwachses spiegeln sich jedoch offensichtlich in den rekonstruierten Zuwächsen des Kronenradius dennoch wider.

4.4 Schaftdurchmesser und Kronenbreite

Bei allen Untersuchungsbäumen zeigt sich ein straffer Zusammenhang zwischen Schaftdurchmesser in 1,3 m Höhe und Kronenbreite (Abb. 5), der mit einem linearen Regressionsmodell gut wiedergegeben werden kann. Dabei ergeben sich Bestimmtheitsmaße von über 0,98 in dem Zeitraum, für den das Kronenwachstum rekonstruiert werden konnte. Bei der Darstellung in einem gemeinsamen Koordinatensystem wird deutlich, dass alle Geraden sehr ähnliche Steigungen aufweisen. Für die fünf Bäume wurden Steigungsfaktoren zwischen 0,23 und 0,28, im Mittel 0,26, berechnet. Die fünf untersuchten Buchen haben für 1 cm Schaftdurchmesserszuwachs ihre Kronen im Mittel um gut 25 cm verbreitert. Ab etwa einem Schaftdurchmesser von 35 cm wäre es also theoretisch möglich gewesen, bei bekanntem Schaftdurchmesser und bekannter Kronenbreite, die für einen erwünschten Durchmesser benötigte Kronenbreite der Untersuchungsbäume vorherzusagen. Bestätigt sich dieser Zusammenhang auch bei einem größeren Untersuchungskollektiv, könnten daraus wichtige Schlüsse zur Behandlung eines gegebenen Buchenbestandes, vor allem was die Z-Baumzahl angeht, gezogen werden.

5. FOLGERUNGEN

Das entwickelte Astanalyseverfahren zur Rekonstruktion der Kronenausdehnung liefert für die fünf untersuchten Mittelwaldbuchen plausible Ergebnisse. Es ist zwar ein aufwendiges Verfahren, angewandt auf eine größere Anzahl Bäume unterschiedlicher Bonität, können damit aber wertvolle Erkenntnisse zur bisher unbekannteren Kronenentwicklung von Mittelwaldbuchen gewonnen wer-

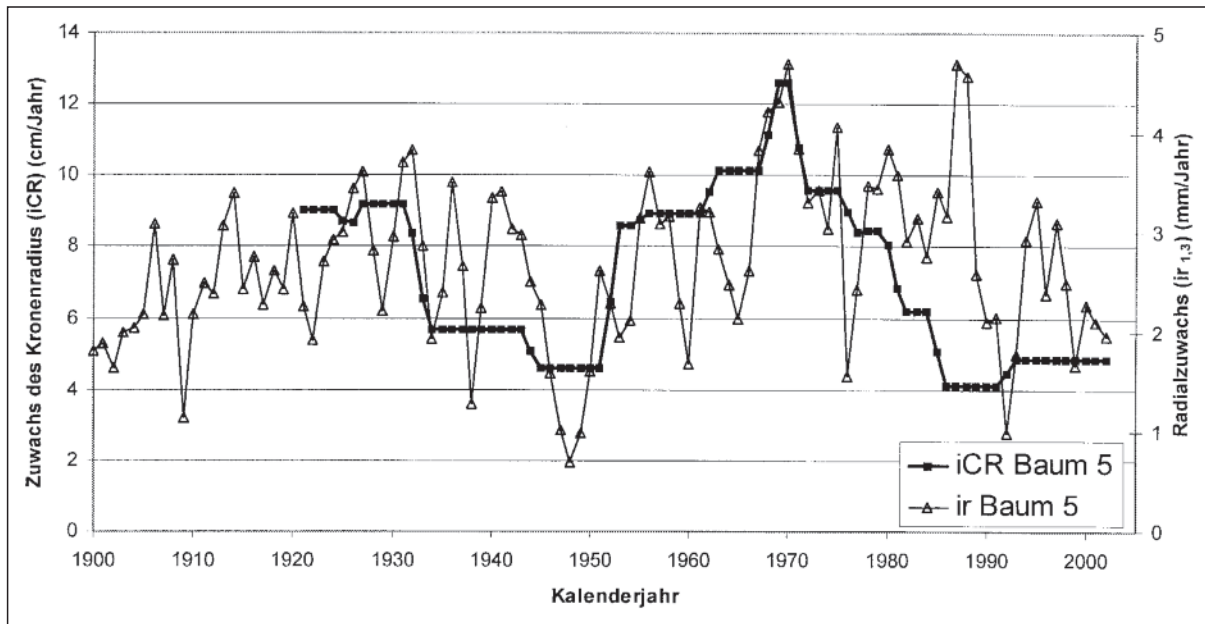


Abb. 4

Radialzuwachs des Schaftes und Zuwachs des Kronenradius bei Baum 5.

Der jährliche Radialzuwachs des Schaftes in 1,3 m Höhe und der jährliche periodische Zuwachs des Kronenradius zeigen bei Baum Nr. 5 einen ähnlichen Verlauf. Eine Ausnahme bilden die hohen Radialzuwachswerte des Schaftes (ir) Ende der 80er Jahre.

Radial increment of the trunk and of the crown of tree number 5.

The annual radial increment of the stem in 1.3 m and the periodic annual increment of the crown radius of tree no. 5 show similar development. One exception is the high annual stem increment (ir) at the end of the 1980s.

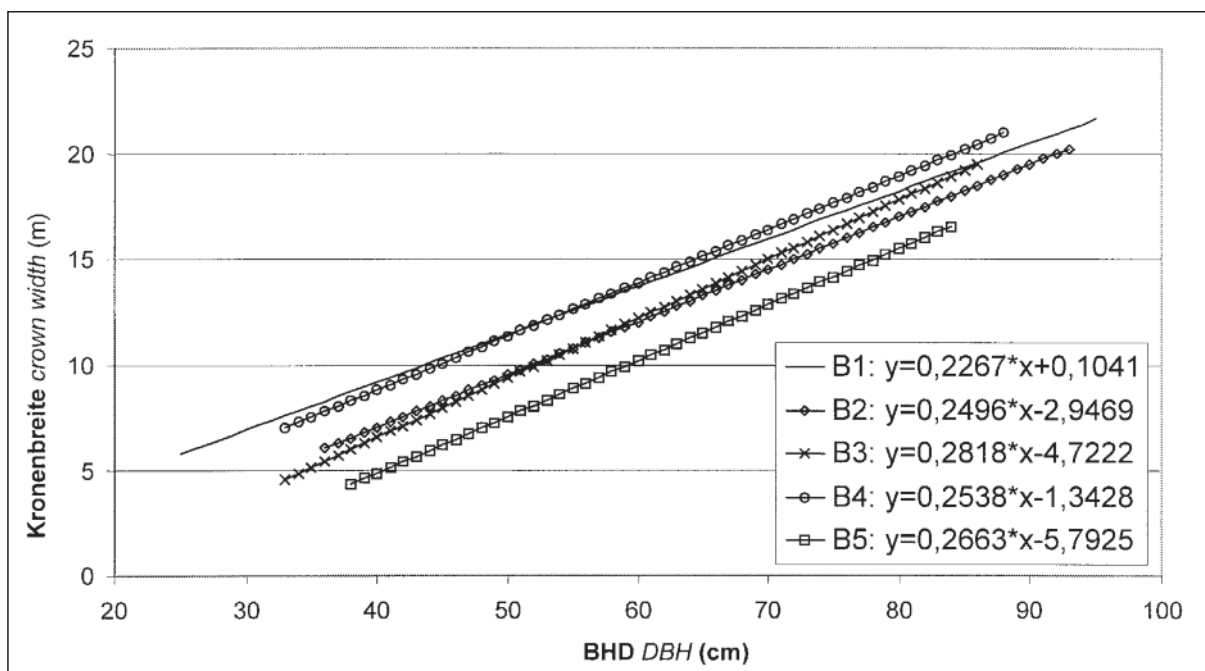


Abb. 5

Beziehung zwischen Schaftdurchmesser (BHD) und Kronenbreite.

Die Entwicklungen der Kronenbreiten der Buchen 1–5 sind jeweils über den Schaftdurchmessern in 1,3 m Höhe aufgetragen.

Die linearen Ausgleichsgeraden für die Beziehung Schaftdurchmesser-Kronenbreite ($r^2 > 0,98$)

sind für alle fünf Bäume (B1–B5) in einem Koordinatensystem dargestellt.

Die ähnlichen Steigungen der fünf Geraden, sie liegen zwischen 0,22 und 0,28, werden dabei deutlich.

Relation between stem diameter (DBH) and crown width.

The development of the crown width of beech no. 1–5 is plotted over diameter at 1.3 m. The five trees (B1–B5) show a linear

relation between diameter growth and horizontal crown expansion (regression coefficient: 0.22–0.28; $r^2 > 0.98$).

den. Für die Praxis ist die Beobachtung interessant, dass die Untersuchungsbäume ihre Krone bei 1 cm Schaftdurchmesserzuwachs um durchschnittlich etwa 25 cm verbreitern. Wird ein ähnlicher Zusammenhang bei einer großen Anzahl von Untersuchungsbäumen gefunden, können Aussagen zur voraussichtlichen Entwicklung eines gegebenen Kollektivs von Z-Baumanwärttern bei extrem starker Freistellung und zu sinnvollen Z-Baumzahlen zur Erreichung des angestrebten Zieldurchmessers gemacht werden. Die Diskussion um das Modell „Wilhelm“ (WILHELM et al., 1999) und die Behandlung der Buche kann mit der beschriebenen Methodik auch ohne die Verfügbarkeit geeigneter Versuchsflächen auf eine fundierte Zahlengrundlage aufgebaut werden. Dazu kann die bisher nicht bekannte Dynamik der Kronenexpansion von Mittelwaldbuchen rekonstruiert werden. Auch bei anderen Baumarten könnte sich die Methodik als hilfreich erweisen, wenn keine langfristigen Beobachtungen zum Astlängenwachstum und zur Kronenentwicklung vorliegen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Der richtige Weg zur Erziehung starken Buchenwertholzes wird seit einigen Jahren in der Forstwirtschaft kontrovers diskutiert. Einen Beitrag dazu leistete das von WILHELM et al. (1999) entwickelte Konzept zur Erzielung starker Dimensionen in kurzer Zeit bei verminderter Rotkerngefahr, dem Beobachtungen an Buchen aus französischen Mittelwäldern zu Grunde liegen. Zum Verlauf der Kronenentwicklung solcher Mittelwaldbuchen liegen jedoch bisher keine wissenschaftlichen Erkenntnisse vor. Es wird eine Methode vorgestellt, mit der die horizontale Kronenentwicklung von Mittelwaldbuchen nachvollzogen werden kann. Vom Längenwachstum einzelner, am Kronenrand beteiligter Äste, wird dabei auf die Entwicklung der Kronenbreite, einer der wichtigsten waldwachstumskundlichen Kenngrößen, geschlossen. Vier am Kronenrand beteiligte Äste eines Baumes werden dazu einer Astscheibenanalyse, die ähnlich wie eine Höhenanalyse im Rahmen von Stammanalysen abläuft, unterzogen. Es wird angenommen, dass das Wachstum dieser Äste bei solchen, über lange Zeiträume konkurrenzfrei erwachsenen Buchen, repräsentativ für die Entwicklung des Kronenradius ist. An fünf Mittelwaldbuchen aus dem nördlichen Lothringen wurde das entwickelte Astanalyseverfahren erprobt. Die Brusthöhendurchmesser der untersuchten Buchen lagen zwischen 84 und 95 cm, bei Kronenschirmflächen von 202 bis 356 m². Die Entwicklung des Kronenradius konnte für jeden Baum unterschiedlich lange, im Minimum 70, maximal 90 Jahre lang, zurückverfolgt werden. Der durchschnittliche Zuwachs des Kronenradius der einzelnen Buchen betrug während dieser Zeitspanne zwischen 7 und 11 cm/Jahr. In den über dem Kalenderjahr dargestellten Abbildungen des jährlichen Radialzuwachses und des Zuwachses des Kronenradius ließen sich häufig ähnliche Trends und Phasen gleichgerichteter Zuwachsreaktionen ausmachen. Für jeden Baum konnte eine sehr straffe Beziehung zwischen dem Brusthöhendurchmesser und der zugehörigen Kronenbreite nachgewiesen werden. Um den Brusthöhendurchmesser um 1 cm zu vergrößern, verbreiterten die Untersuchungsbäume ihre Krone im Mittel um etwa 25 cm. Die Ergebnisse des entwickelten Astanalyseverfahrens sind plausibel. Bei der Anwendung auf einen größeren Stichprobenumfang kann es sicherlich wichtige neue Erkenntnisse zur Kronenexpansion von Buchen liefern.

7. Summary

Title of the paper: *Reconstruction of crown expansion of beech grown in coppice with standard forests.*

The options for producing large and valuable beech logs have been controversially discussed in recent years. One contribution to this discussion is the concept of producing large dimensions within short production periods to minimize the risk of red core. Such a

concept has been presented by WILHELM (1999), and is based on observations in French coppice with standards forests. The crown development of such beeches has not yet been scientifically investigated. A method is presented which allows the development of horizontal crown expansion of such beeches to be described. *Figure 1* describes the data collection. The shoot growth of those selected branches reaching crown edge is the base for calculating the development of crown width (*figure 2 and 3*) – an important parameter for controlling tree growth. Four branches per tree are analyzed, similar to stem analysis, based on sampling discs of each branch. It is assumed that the growth of the four branches of these trees is representative of the development of their crown width. Five beeches grown in coppice with standard forests (*table 1*) have been selected in the Northern Lorraine region for testing the analysis method. The DBH of the analyzed trees ranged between 84 and 95 cm and the projected crown area between 202 and 356 m². The development of the crown could be reconstructed for the last 70 to 90 years. The average annual radius increment of the crown varied from 7 to 11 cm. When comparing annual radial stem growth with annual radial crown expansion, similar growth trends and pattern were often found (*figure 4*). For each tree a strong relation between horizontal crown expansion and stem diameter growth could be identified (*figure 5*). A 1 cm stem diameter increase corresponded to a crown width increase of about 25 cm. The result is plausible. When the method is applied to a larger sample it can provide important new insight in the dynamics of crown expansion of beeches.

8. Résumé

Titre de l'article: *Représentation du développement du houppier des hêtres de taillis sous futaie.*

Le meilleur chemin à emprunter pour obtenir du bois de hêtre de qualité et de forte dimension donne lieu, depuis quelques années, à de véhémentes controverses en économie forestière. Le concept développé par WILHELM et collaborateurs (1999) visant à atteindre de fortes dimensions en un temps relativement court, tout en limitant le risque de cœur rouge, a comme base les observations faites sur les hêtres de taillis sous futaie français. Jusqu'ici on ne disposait d'aucune donnée scientifique sur la manière suivant laquelle se développait le houppier de ces hêtres de taillis sous futaie. On a proposé une méthode qui permet de suivre l'extension horizontale du houppier de tels arbres. A partir de l'accroissement en longueur des seules branches qui font partie du bord du houppier, on a pu passer au développement en largeur de ce houppier, une des caractéristiques les plus importantes pour les études de production. Quatre branches participant au manteau de la couronne furent soumises à une analyse portant sur des rondelles, analogue à celle que l'on fait à différentes hauteurs dans le cadre d'une analyse de tige. On a admis que la croissance de ces branches de hêtre ayant crû sans concurrence pendant une longue période était représentative de l'augmentation du rayon de la couronne. Sur cinq hêtres de taillis sous futaie du nord de la Lorraine on a testé la méthode d'analyse de branche proposée. Les diamètres à hauteur de poitrine des hêtres étudiés étaient compris entre 84 et 95 cm, les surfaces couvertes par les houppiers entre 202 et 356 m². On a pu en déduire que les rayons de la couronne augmentèrent au cours d'une période de temps de longueur variable suivant les arbres, au minimum 70 ans, au maximum 90 ans. L'accroissement moyen du rayon de la couronne de ces hêtres s'inscrivait dans la fourchette 7–11 cm/an. Les représentations suivant les années calendaires des accroissements sur le rayon du fût et du houppier font souvent apparaître des tendances analogues et des phases au cours desquelles les réactions de croissance sont les mêmes. Pour chacun des arbres étudiés on a prouvé qu'il y avait une corrélation étroite entre le diamètre à hauteur de poitrine et la largeur de la couronne cor-

respondante. Lorsque le diamètre à 1,30 m augment de 1 cm, les couronnes des arbres étudiés s'élargissent de 25 cm. Les résultats avec la méthode d'analyse de branches qui vient d'être exposée sont tout à fait plausibles. En utilisant ce procédé sur un échantillonnage plus important on pourra certainement obtenir de nouvelles données sur l'expansion des houppiers des hêtres. J. M.

9. Literatur

- FREIST, H.: Das Wachstum von Buchen in Überführungsbeständen aus ehemaligem Mittelwald im Forstamt Bramwald. Forstarchiv **50**: 4, 69–70, 1979
- GUERICKE, M.: Untersuchungen zur Wuchsdynamik der Buche. Forst und Holz **11/2002**, 331–337, 2002
- HAYWOOD, A.: Growth of advanced European beech trees in the transformation phase in the southern Black Forest. Dissertation: Forstwissenschaftliche Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 143 S., 2002
- KLÄDTKE, J.: Wachstum großkroniger Buchen und waldbauliche Konsequenzen. Forstarchiv **73**, 211–217, 2002
- ROLOFF, A.: Morphologische Untersuchungen zum Wachstum und Verzweigungssystem der Buche. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft **76**, 5–47, 1986
- ROLOFF, A.: Morphologie der Kronenentwicklung von *Fagus Sylvatica* L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung neuartiger Veränderungen. Flora **180**, 297–338, 1988
- SPIECKER, H.: Zur Steuerung des Dickenwachstums und der Astreinigung von Trauben- und Stieleichen (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. und *Quercus robur* L.). Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Bd. 72, 150 S., 1991
- UNTHEIM, H.: Zur Veränderung der Produktivität von Waldstandorten. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 198, 239 S., 1996
- TEUFFEL, K. VON: Aspekte zur Behandlung der Buche. Allgemeine Forstzeitschrift **16**, 851–853, 2002
- WILHELM, G., LETTER, H.-A. und EDER, W.: Konzeption einer naturnahen Erzeugung von starkem Wertholz. Allgemeine Forstzeitschrift **5**, 232–240, 1999

Neuerscheinung:

Parketthölzer aus Bolivien

Liefermöglichkeiten der bolivianischen Forstindustrie und Marktchancen in Deutschland

Von J. ZAPATA

228 Seiten mit 115 teilweise farbigen Abbildungen und Tabellen.

Kartoniert € 20,00.

ISBN 3-7939-0890-9

Der Schutz und die Erhaltung des Tropenwaldes sind eines der wichtigsten internationalen Anliegen der Umweltpolitik.

Aus ökonomischer Perspektive ist die Erhaltung des Tropenwaldes umso eher möglich, je vorteilhafter seine nachhaltige Nutzung für die örtliche Bevölkerung ist. Forschung, die zu einer Verbesserung der nachhaltigen Nutzungsmöglichkeiten der Tropenwälder beiträgt, dient daher auch der Erhaltung der vielfältigen Waldökosysteme in den tropischen Ländern.

Dies ist eine starke Motivation für eine auf die technische und wirtschaftliche Verwendung der Holzarten tropischer Wälder gerichtete Forschung.

Bolivien ist das ärmste Land Südamerikas, ungefähr die Hälfte seiner Fläche ist mit Tropenwald bedeckt. Bis zu diesem Zeitpunkt konzentriert sich die Holznutzung im Naturwald auf wenige bekannte Baumarten, deren Holzvorräte jedoch begrenzt sind.

Viele andere dort vorkommende Holzarten sind technisch und ästhetisch durchaus gleichwertig, werden aber bisher kaum genutzt. Ein Anstieg der Nachfrage nach diesen Holzarten würde nun die

Nutzungsmöglichkeit des Naturwaldes verbessern und der einheimischen Bevölkerung zusätzliche Einkommensmöglichkeiten bieten.

Mit der vorliegenden empirischen Marktstudie wurde deshalb für eine Reihe der weniger bekannten Holzarten beispielhaft untersucht, ob die bolivianische Forstindustrie in der Lage wäre, die für eine industrielle Verwendung ausreichende Menge von Parkett-Vorprodukten aus diesen Hölzern zu exportieren.

An diese Studie anschließend zeigt eine Analyse des Parkettmarktes in Deutschland, wie die Chancen der Vermarktung dieser hierzulande eher unbekannteren Holzarten als Parketthölzer auf dem deutschen Markt als einem wichtigen Exportmarkt einzuschätzen sind.

Dieses Buch enthält umfangreiche farbige Darstellungen und Beschreibungen der unbekannteren Holzarten und wendet sich an ein breites Publikum wie Wissenschaftler, die in den Bereichen Holzmarkt und Tropenholz arbeiten, an die Unternehmen der Parkettindustrie, an Importeure von Tropenholz sowie an Entwicklungshelfer und Interessierte, welche die Entwicklung des Forstsektors in Bolivien unterstützen wollen.

J. D. SAUERLANDER'S VERLAG · FRANKFURT AM MAIN

Über die soziologische und qualitative Zusammensetzung gleichaltriger Buchenbestände. Von F. Kató und D. Mülder. 122 Seiten mit 8 Abb. und 29 Tab. Kart. Euro 5,00

Nur Individuenauswahl oder auch Gruppenauswahl? Von D. Mülder. 53 Seiten mit 11 Abb. und 5 Tab. Kart. Euro 8,20

Begründung der qualitativen Gruppendurchforstung. Von F. Kató. 146 Seiten mit 20 Abb. und 15 Tab. Kart. Euro 9,20

Forstliche Vermögens- und Erfolgsrechnung. Von H. Lemmel. 2. Auflage. 74 Seiten mit zahlreichen Tab. Kart. Euro 4,40

Die Aufstellung von Massentafeln nach der Methode der kleinsten Quadrate. Von R. Schmitt und B. Schneider. 56 Seiten mit 1 Falttafel, 7 Abb. sowie 21 Tab. und Massentafeln. Kart. Euro 4,10

Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung. Von G. Speidel. 118 Seiten mit 18 Abb. und 57 Tab. Kart. Euro 7,90

Leitfaden zur Waldmeßlehre. Von H. Kramer und A. Akça. 266 Seiten mit 74 Abb. und 34 Tab. Kart. Euro 18,90

FORSTBENUTZUNG

Untersuchungen an Buchenbeständen Nordwestdeutschlands über die Variation der Rohdichte. Von S. Lewark. 118 Seiten mit 18 Abb. und 31 Tab. Kart. Euro 14,60

Untersuchung über die Auswirkung von Durchforstungsmaßnahmen auf die Holzeigenschaften der Douglasie. Von F. Hapla und W. Knigge. 142 Seiten mit 18 Abb. und 52 Tab. Kart. Euro 12,30

Untersuchungen über Eigenschaften und Funktionsweise des Zugholzes der Laubbäume. Von H. Sachße. 112 Seiten mit 48 Abb. und 6 Tab. Kart. Euro 10,40

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Holzeigenschaften und Wuchs der Gastbaumart Douglasie. Von W. Knigge. 107 Seiten mit 34 Abb. und 19 Tab. Kart. Euro 8,30

Untersuchungen über Bewertung und Gütemerkmale des Eichenholzes aus verschiedenen Wuchsgebieten. Von H. Schulz. 90 Seiten mit 40 Abb., 46 Tab. und Übers. Kart. Euro 7,90

Über die Zusammenhänge zwischen Baumgestalt und Güte des Schnittholzes bei der Buche. Von H. Schulz. 96 Seiten mit 2 Fototafeln, 20 Abb. und 16 Tab. Kart. Euro 7,10

Die Bringungstechnik als gemeinsames Problem von Forst- und Holzwirtschaft. Von E. Volkert. 101 Seiten mit 56 Abb. und 24 Tab. Kart. Euro 7,80

ALLGEMEINE FORSTWIRTSCHAFT

Untersuchungen über die Anwendung von Luftbildern bei der Waldkatastervermessung in Entwicklungsländern. Von A. Akça. 114 Seiten mit 16 Abb., 3 Tab. und 2 Karten. Kart. Euro 9,50

Zur Unfallversicherung in der Forstwirtschaft - geschichtliche Entwicklung in Deutschland und einige heutige Organisationsstrukturen der zuständigen Unfallversicherungsträger. Von J. Janakowsky. 123 Seiten mit 22 Bildern und 1 Tab. Kart. Euro 10,10

Die pflanzliche Zellwand als Vorbild für Holzwerkstoffe. Zusammengestellt von A. Hüttermann und A. Kharazipour. 100 Seiten mit 57 Abb. und 5 Tab. Kart. Euro 12,30

Analyse und Reproduktion räumlicher Bestandesstrukturen. Von H. Pretzsch. 87 Seiten mit 29 Abb., 4 Tab. und 1 Übersicht. Kart. Euro 10,20

Anbau von Pappel bei mittlerer Umtriebszeit, Aspekte der Produktionsbiologie, Nutzungstechnologien und Ökonomie. Zusammengestellt von A. Hüttermann. 199 Seiten mit 56 Abb. und 38 Tab. Kart. Euro 23,00

Leitfaden für die Anfertigung von Diplomarbeiten und Dissertationen in der Forstwissenschaft und verwandten Fachgebieten. Von J. Huss. 138 Seiten mit 28 Abb. und 3 Tab. Kart. Euro 6,50

Ökologische Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten der Wald- und Buschvegetation im Nordosten von Mexiko. Hrsg. B. Müller-Using. 274 Seiten mit 53 Abb. und 17 Tab. Kart. Euro 15,30

FORSTPOLITIK

Forstliche Holzmarktpolitik. Von H. Lemmel. 125 Seiten. Kart. Euro 7,10

Wald in Hessen - Gestern-Heute-Morgen. Hrsg. vom Hess. Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz. 217 Seiten mit 117 Abb. und 3 Tab. Kart. Euro 21,90

Forst- und Umweltprobleme im Iran. Von A. Yachkaschi. 107 Seiten mit 12 Abb. und 7 Tab. Kart. Euro 16,40

FORSTBOTANIK

Enzyme von Weißfäulepilzen als Grundlage für die Herstellung von Bindemitteln für Holzwerkstoffe. Von A. Kharazipour. 161 Seiten mit 59 Abb. und 27 Tab. Kart. Euro 24,50

Naturwaldreservate in Hessen - Holzersetzende Pilze - Aphylophorales und Heterobasidiomycetes - des Naturwaldreservates Karlsruh. Von H. Grosse-Brauckmann. 119 Seiten mit 52 Abb. und 10 Tab. Kart. Euro 16,80

Biochemischer und mikrobiologischer Zustand verschiedener Waldböden. Von N. Rastin. 148 Seiten mit 4 Abb. und 38 Tab. Kart. Euro 18,40

Untersuchungen zur elektrischen Signalleitung in der Korbweide (*Salix viminalis* L.). Von J. Fromm. 91 Seiten mit 35 Abb. Kart. Euro 16,40

Die Wirkung von Aluminium und Schwermetallen auf *Picea abies* Sämlinge. Von L. Godbold. 156 Seiten mit 49 Abb. und 43 Tab. Kart. Euro 16,90

Stofftransport in Bäumen. Von W. Eschrich. 55 Seiten mit 20 Abb. und 1 Tab. Kart. Euro 5,40

Forstbotanischer Garten und Arboretum der Universität Göttingen. Von A. Bärtels, H. Bartels und W. Eschrich. 97 Seiten mit 7 Plänen. Kart. Euro 3,10

Neues zum Stofftransport in Bäumen. Hrsg. R. Langenfeld-Heyser, A. Polle und E. Fritz. 179 Seiten mit 79 Abb. und 11 Tab. Kart. Euro 20,50

FORSTGESCHICHTE

Waldentwicklung im Hohen Vogelsberg. Von R. Tegeler. 224 Seiten mit 47 Abb. und 20 Tab. Kart. Euro 24,50

Biographien bedeutender hessischer Forstleute. 809 Seiten mit 116 Abb. Geb. Euro 25,10

Wald in Hessen - Der hessische Spessart. Beiträge zur Forst- und Jagdgeschichte. Von H. Puchert. 272 Seiten mit 82 Abb. und mehreren Tab. Kart. Euro 24,00

Wald in Hessen - Georg Ludwig Hartig 1764-1837. Hrsg. vom Hess. Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz. 78 Seiten mit 30 Abb. Kart. Euro 16,80

Jagd in Deutschland und Österreich. Geschichtliche Entwicklung im Spiegel der amtlichen Zahlen des 19. und 20. Jahrhunderts. Von S. Schwenk. 144 Seiten mit 7 Abb. und mehreren Tab. Kart. Euro 11,80

Der Reichsforstgesetzentwurf von 1942 und seine Auswirkungen auf die neuere Forstgesetzgebung. Von Z. Rozsnyay und U. Schulte. 220 Seiten. Kart. Euro 9,20

Zur Geschichte der Forstgesetzgebung in Preußen. Von K. Hasel. 120 Seiten mit 1 Tab. Kart. Euro 17,70

Über die kurfürstlich hessischen Forstlehranstalten. Von A. Bonnemann. 77 Seiten mit 3 Übersichten. Kart. Euro 3,10

JAGD

Wildbiologische Forschungen und Beobachtungen. Von H. J. Fröhlich und W. Dietze. 271 Seiten mit 92 Abb. und 40 Tab. Kart. Euro 28,10

Das Rotwild in Hessen. Seine Bewirtschaftung im Staatswald. Von W. Roßmähler. 80 Seiten mit 2 Karten, 17 Abb. und 3 Tab. Kart. Euro 8,30

LANDESPFLEGE

Zur Beurteilung der Erholungsfunktion siedlungsnaher Wälder. Von K. Ruppert. 142 Seiten mit 9 Abb. und 20 Tab. Kart. Euro 16,80

Leitfaden zur Forstlichen Rahmenplanung (FRP). 64 Seiten mit mehreren Ausschlagtafeln und 6 Farbtafeln. Leinen. Euro 5,60

Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes (WFK). 3. Auflage. 108 Seiten mit 11 Abb., 7 Tab. und einer DIN A3-Waldfunktionenkarte. Kart. Euro 19,15